ميشيل إيفنارى - ليزلى شانان - نفتالى تادمور
بالاشتراك مع
يهوشوا إسحق - أبرام شكولنيك

النقب
و
تحدى الصحراء

إعداد
مركز البحوث والمعلومات

ميشيل ايفنارى ـ ليزلى شانان
ونفتالى تادمور
بالاشتراك مع
يهوشوا اسحق ـ أميرام شكولنيك

النقب وتحدى الصحراء

إعـــداد
مـركز البحوث والمعلومات

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

بسم الله الرحمن الرحيم

العرض العـــــام

ان قدرة اسرائيل على مواجهة تحدى صحاريها سوف تكون قياسا لنجاحها وبقائها وحياتها فى نهاية المطاف ٠

بهذه العبارة اختتم المؤلفون كتابهم العلمى الفذ عن صحراء النقـــب والواقع ان هذا القول يلخص الدافع لتأليف هذا الكتاب ٠ ان اسرائيل تسعى باختصار شديد الى زيادة عدد سكانها بأى ثمن ، بتهجير يهود العالم كله اليها ٠ ولما كانت الرقعة الزراعية فى اسرائيل تضيق عن استيعاب اى زيادة فى عدد المهاجرين الا بصعوبة بالغة فان مستقبل الهجرة اليها ، بل مستقبلها نفسها يتوقف على خلق مناطق جديدة تستوعب المهاجريـــن ٠

وقد اتجهت انظار الحكومة الاسرائيلية الى (النقب) باعتبارهـــا أرض المستقبل فى اسرائيل ، وراحت تبحث امكانيات الحياة فيها ٠

وقام علماء فى الاثار والجيولوجيا والتربة والنبات والحيوان والحشرات والزراعة والرى ، علماء متخصصون فى كل فرع دقيق من هذه الفروع بدراسة علمية شديدة التخصص للنقب من جوانبها كافة ، وضعوا نتائج ابحاثهم فى هذا الكتاب المسمى " النقـــب او تحدى الصحراء " والكتاب فى اساسه موضوع للتخصصين فى هذه الفروع ، لانه يتنـــاول أدق المسائل والتفاصيل العلمية حتى تشريح الخلية النباتية ودقائق الحياه النباتيـــة والحيوانية ، وميكانيا التربة والرى ٠٠٠ الخ ، ولكنة يوضح ضخامة الجهة وشـــدة الاهتمام الذى تولية اسرائيل لهذ٢ القضية قضية تغيير النقف على اساس ان صحـــارى النقب فى التاريخ القديم كانت موطنا للسكنى والحياة منذ آلاف السنين ، فهل لمكـــن بعث الحياة فيها من جديد ؟ هذا هو السؤال الذى يجيب علية الكتاب ٠

ان كتاب النقب أو تحدى الصحراء بالرغم من أنه كتاب علمي تخصصي بحت ملئ بالحقائق العلمية الجافة بل شديدة الجفاف ، لكنه يدل على نوايا وتفكير قادة اسرائيل في البحث عن أراض جديدة لمهاجرين يهود جدد ، يقيمون في أرض النقب التي سكنها (العبرانيون) في قديم الزمان .

وهكذا تسخر اسرائيل العلم والعلماء من أجل غاياتها السياسية مهما تبدو حقائق هذا العلم نزيهة ومجردة وموضوعية .

× × ×

الفصل الأول

في البداية

هذه رواية شخصية وعلمية بدأت من عشرات السنين المنصرمة ، قبيل قيام دولة اسرائيل ، ففي عام ١٩٣٦ اشتركت واحدا منا في رحلات متجهة الى صحراء شرق الأردن والنقب تولى تنظيمها قسم علم النبات بالجامعة العبرية الناشئة آنذاك . وخلال هذه الرحلة واجهنا اللغز الأعظم لصحراء النقب .. واجهنا وجود أطلال متراصة لمدن قديمة ، ولمستوطنات زراعية في منطقة قاحلة ومهجورة فيما يبدو وعليها من ظواهر . ولو أن بالمر كان قد وصف هذه الاطلال عام ١٨٦٩ ـ ١٨٧٠ حين اقتفى أثر طريق خروج بني اسرائيل من مصر الى أرض الميعاد ، لكن الناس لم تعرف الا أقل القليل عن أصول هذه الحضارات . كيف استطاع الاقدمون الحياة في هذه الأحوال الصحراوية التي تتسم بالجفاف والقسوة ؟ وكيف كانوا يحصلون على الماء من أجل الزراعة ومن أجل احتياجاتهم المنزلية ؟ وما هي القوى والدوافع السياسية التي دفعت هذه الحضارات الى التوطن والاستقرار في الصحراء ؟ وهل كانت النقب صحراء كما هي اليوم حين استقرت الحضارات فوق أرضها ؟

كان لابد أن تبقى هذه الأسئلة وغيرها عشرات السنين دون اجابة ، ولم نكن نستطيع البدء في العثور على اجابات لها ، اذ كنا نعجز عن الترحال بحرية في صحاري المنطقة ، الى أن قامت دولة اسرائيل عام ١٩٤٨ . ولم تتكشف لنا اسرار النقب من أجل البحوث المستفيضة الا بعد قيام دولة اسرائيل ، وان ظل السفر الى المنطقة من قبيل المخاطرة بالأمن والحياة . وبحلول عام ١٩٥٠ ، كانت الممرات أو (المدقات) التي صنعتها السيارات الخاصة بالعسكريين قد ملأت المنطقة ، وبدأنا في زيارتها بشكل منتظم وحينئذ كانت الرحلات الميدانية تتم بأسلوب القوافل الجماعية ، اذ كان خمس المجموعة يتولى مهام الحراسة خوفا من اغارة المغيرين ، وكانت تلك الحقبة هي حقبة الحياة المضنية في الصحراء ، حين كنا نضرب خيامنا تحت السماء المتلالئة بالنجوم . ولقد كانت لحى كثير منا تطول أثناء هذه الرحلات ، وعند عودتنا الى بير سبع ، كان مظهرنا أشبه بحملة البنادق من رجال الحدود من الغرب الامريكي المترامي الأطراف .

بيد أننا سرعان ما أصبحنا مقتنعين بعد رحلات قليلة بأننا نواجه مشكلة أعقد

وأضخم مما كنا نتصور فى بادئ الأمر . ولقد جاء خطؤنا فى التقدير نتيجة المعرفة القاصرة بالصحارى بصفة عامة ، وبالنقب بشكل خاص ، كما انبعث هذا الخطأ من الأفكار المسبقة عن المستوطنات والزراعات القديمة ، وكنا أشبه مانكون بالأطفال الذين يواجهون لأول مرة لغزا محيرا ، قطع الى أشكال دقيقة غير متكاملة . لقد كانت أرض النقب دائما موئلا مثاليا يسعى اليه الهواة من العلماء والباحثين : من علماء الآثار ، والنبات والجغرافيا ، والأرصاد الجوية ، وعلماء الطقس والمناخ ، كما كانت مطلبا دائما للرحالة من الذين يستكنهون تعاليم التوراة ، ولقد كنا على دراية كافية بما كان يتردد على ألسنة الناس حينئذ ، بل لقد كنا نؤمن ببعض ما يردده الناس من أقوال ، مثل النظرية او الفرضية الشهيرة عن "جبال الندى) [1] ، أو كنا نعزو الى البيزنطيين ، وأحيانا الى النبطيين الفضل فى نشأة الحضارات الصحراوية ، أو كنا نذكر أرض النقب باعتبارها مثالا ملموسا لظاهرة التعرية السريعة والتغيرات المناخية الحادة . وقد كانت هذه الفروض وغيرها نظريات مألوفة لدى كل كاتب عن أرض النقب ، ولقد تمسكنا والتزمنا بها مثلنا فى ذلك مثل كل الباحثين التجهلة .

والآن اذا استعرضنا الماضى أدركنا مدى ضحالة مداركنا آنئذ ، ولم يكتب لنا التوفيق فى تحليل مهارات وأساليب الحضارات السابقة الا بعد ان رأينا ان الزراعة فى الصحراء تختلف اختلافا تاما عن الزراعة فى المناطق شبه القاحلة او الرطبة .

ففى المناطق شبه القاحلة والمناطق الرطبة تعتمد الزراعة غير المروية على أساليب تساعد على تسرب المطر فى التربة ، وهى تعتمد اعتمادا كليا على الترسيب المباشر ، أى المياه التى تسقط على التربة ، ثم تمتص حيث تسقط . ولضمان أكبر قدر من الامتصاص تحرث الحقول وتزرع لتكوين مسطحات مكشوفة لاستقبال الرطوبة . . ومن ناحية أخرى فان الاسلوب الاساسى يجب ان يكون مختلفا فى الصحراء الحقيقية . ولا يزيد المعدل الكلى لسقوط الامطار فى السنة عن مائة مليمتر فى العام الجيد ، وفى مثل هذه المناطق لو تم امتصاص كل هذه الامطار لظلت غير كافية للمحصول . ومن ثم لابد من العثور على مصدر اضافى للمياه من أجل زراعة المحاصيل . . أما الآن ففى الصحراء قبيل وبعد سقوط الامطار ، هناك بصفة عامة - فائض من المياه ، لكنه يظهر كسيول مندفعة فى الأودية ، ولقد تنبه الزراع الاقدمون لهذه السيول المندفعة التى تكونها تصاريف الامطار من جوانب التلال ، وتعلموا أساليب ضبطها والتحكم فيها ، ولما كان هؤلاء الزراع قد سيطروا على مشكلات تصريف المياه ، فقد سميناهم زراع التصريف المائى .

بيد أنه سرعان ماواجهتنا مشكلات أخرى ، فلقد تبين لنا أننا لانواجه حضارة واحدة فحسب ، بل نواجه طبقات من الحضارات ، تقع كل منها فوق الاخرى ، ولذلك فقد لجأنا الى خبرة وعلم علماء الآثار والمؤرخين عندنا ، كى يهيئوا لنا سبل الكشف عن الحل للمشكلات الزراعية والمشكلات الاجتماعية والسياسية التى أدت الى قيام المستوطنات موضوع البحث والدراسة ثم الى اضمحلالها .

لماذا وجدت شعوب عديدة واستقرت فى هذه المنطقة ؟ وهل كانت زراعتهم الصحراوية نافعة من الوجهة الاقتصادية ؟ وهل كانت وحدات مزارعهم المستقلة تكفى نفسها بنفسها ؟ وماهى المحاصيل التى كانوا يزرعونها ؟ وهل كانوا يقيمون مدنهم وقراهم كمخافر استراتيجية امامية للتجارة او انهم ابتدعوا اقتصادا متوازنا شاركت فيه المزارع بنصيبها الكامل ؟ كانت تلك هى بعض الاسئلة التى كنا نطرحها على انفسنا . على ان هذه الاسئلة وسعت الى حد كبير - من نطاق خطتنا الاصلية المحددة لدراسة التحدى الزراعى ، وتبعا لذلك وسعنا اطار دراستنا حتى تشمل التحديات التاريخية والاقتصادية والاجتماعية والبيولوجية للصحراء . وقد تعين علينا ان نتناول الموضوع الأوسع ، الا وهو التحدى الشامل الذى تطرحه الصحراء على الانسان ، والنبات والحيوان وبعد كل رحلة ميدانية طويلة وطريفة الى صحراء النقب ، كان ارتباطنا بهذا التحدى يزداد عمقا ورسوخا .

ولقد بلغ التحدى ذروته فى يوم حار لافح من أيام شهر أغسطس ١٩٥٦ ، وكنا على مقربة من مدينة " شيفيتا " العتيقة ، واستقر بنا المقام - كما هى عادتنا - طلبا لراحة وجيزة فى ظل البطاطين والملاءات المشدودة بين سيارتى جيب ، وكنا نهضم السلطة الصحراوية الشهيرة المكونة من نباتات الصحراء والخضروات المزروعة التى زودنا بها الزميل افنارى . ولم تسمح لنا حرارة الصحراء او ذبابها بالنعاس ، ولذلك رحنا نناقش ونحن شبه نائمين نظريات خيالية ، وحينئذ طرح احدنا اقتراحا مؤداه : " هل من الممكن ان نحيى نظام الزراعة القديم ، ثم نرى كيف يعمل ؟ ان عالم الاثار هو المنوط به بناء المدن ، اما نحن فسوف نعيد بناء المزارع ، وعند هذا الحد من الحديث نهضنا جميعا ، وقد تبدد النعاس من اعيننا ، وعلتنا الدهشة والافتتان بالفكرة المقترحة ، ودخلنا فى جدال عنيف ، بعضنا يؤيد الفكرة ، وبعضنا يعارضها ، واستمر النقاش أكثر من عام ، ونحن نحلل المشكلات الفنية والمالية التى ينطوى عليها تنفيذ المشروع .

وفى بادئ الأمر ، درسنا مشروع اعادة بناء مزرعة قديمة على انها مجرد تجربة

تستهدف اساسا اثبات او تفنيد النظريات الخاصة بالاسس والمبادئ الكامنة وراء زراعة التصريف المائى القديمة . ولقد تبين لنا بعد ذلك انه لو تسنى لنا تخطيط وتنفيذ اعادة البناء على نحو سليم لاستطعنا ان نجمع معلومات هامة عن مناخ الصحراء ، وعن سقوط الامطار والتصريف المائى . ولقد كنا نطمع فى نهاية المطاف ، ان نستزرع محاصيل زراعية فى المزارع المعاد تكوينها ، ومن ثم اضحت الزراعة هدفا كبيرا نسعى الى تحقيقه . لقد كنا نسعى لنعرف الى اى مدى يمكن الاستفادة فى العصر الحاضر من زراعة التصريف المائى .

وقبل ان نقرر ماذا كان استخدام التصريف المائى وسيلة ناجحة للزراعة فى ظل الظروف الحديثة – كان يتعين علينا ان نجيب على عدد من الاسئلة : ماهى النباتات التى يمكن ملاءمتها للرى الفيضانى المتقلب الذى لايحدث الا مرة واحدة او بضع مرات فى السنة ؟ وما خصائص الاستخدام المائى لهذه النباتات ، ثم انتاجها ، وقدرتها على ان تقاوم الصيف الطويل الجاف او فترات الجفاف التى قد تستمر طوال العام ؟ وأن نقرر كذلك كمية المياه التى يمكن اختزانها فى منطقة غوس الجذور ، وذلك من أجل الاستغلال الأمثل لمختلف النباتات ، ثم كمية البخر من سطح التربة . ولم تكن هذه الاسئلة سوى شذرات من المشكلات المحيرة التى كان يتعين علينا ايجاد الحلول لها . وكنا ندرك ان معرفة الماضى لاتهيئ لنا الا مفاتيح لفهم الزراعة القديمة ، وان الردود الايجابية لاتتوافر الا من المزارع القديمة التى اعيد انشاؤها والمستخدمة باعتبارها أراضى زراعية تجريبية .

ولقد وقع اختيارنا الاول لاعادة انشاء مزرعة من المزارع على واد صغير قريب من مدينة (شفتا) القديمة وبالقرب من (شفتا) وجدنا مئات الامثلة على زراعة التصريف المائى وماء الامطار) اى الزراعة المطرية . ولقد اخترنا وحدة زراعة مطرية مبسطة كانت انظمة جمع مياه الامطار والحقول المسورة فيها واضحة المعالم . وقد كانت هذه المزرعة تتضمن اطلال منزل ريفى قديم .

وسرعان ما أدركنا ان التنفيذ الناجح للمشروع كله يستوجب ان يعيش بعضنا فى المزرعة ، ومن ثم فقد تعين علينا ان نخطط لبناء المنزل من جديد ، لكن الظروف ارغمتنا على ان نعيد النظر فى خططنا للحياة فى مدينة " شفتا " فلقد كانت تواجهنا بادئ ذى بدء صعوبات جمة فيما يتعلق بالأمن . فالمزرعة تبعد عن الطريق العام بمقدار أربعة كيلومترات ، ولا يمكن الوصول اليها الا عبر طريق وعر ملئ بالاتربة . اما الطريق العام

نفسه الذى كان فيما سبق متصلا بمصر فلاتسير فوقه الا حركة مرور طفيفة نسبيا . كما أن عدم الثقة فى وصول تموين منتظم من المؤن الى جانب صعوبة ايجاد خبراء مؤهلين يقبلون العيش فى هذه البقعة النائية اقنعتنا بأننا ربما كنا مندفعين أكثر مما يجب فى افتراضنا اننا قادرون على اقامة مستقر دائم لنا فى مزرعة (شيفتا) وعلى الرغم من ذلك بدأنا فى اعادة انشاء المزرعة من جديد ، بما فى ذلك انظمة جمع مياه المطر والأسوار .

ولقد بدأت اعادة تشييد مزرعة (شيفتا) فى صيف عام ١٩٥٨ ، وشاءت الصدف الطيبة ان ادارة السياحة فى الحكومة والتى كانت تابعة آنئذ لمكتب رئيس الوزراء وبادارة مستر تيدى كوليك وبمساعدة من المؤسسة الثقافية الامريكية الاسرائيلية – كانت قد بدأت اعادة بناء مدينة (شيفتا) القديمة . ولقد زودنا بالعمال لاعادة بناء المزرعة . وكان مستر " جوزى فيلدمان " أحد اعضاء مستوطنة ريفيفيم اذ ذاك مسئولا عن عملية اعادة البناء ، وأضحى من المؤيدين المتحمسين لمشروعنا . وكان يشرف على اعادة بناء المزرعة بحماس عظيم ، ولقد خلفه فى عمله هذا " يوئيل دى انجليس " .

وكنا لا نزال حريصين على اقامة مركز دائم بالقرب من المزرعة التى أعيد بناؤها . وفى مايو ١٩٥٩ عثرنا على مزرعة مناسبة بالقرب من افدات وكانت هذه المزرعة بالقرب من الطريق العام بير سبع – ايلات ، وفيما بين مدن " يروخام " و " رامون متزباح " ، واستقر رأينا على اعادة بناء هذه المزرعة ، وان نبنى منزلا ومعملا فى مبنى موحد يخدم الغرضين ، يقع فوق احد التلال بحيث يطل على المزرعة . وكان موقع هذه المزرعة ملائما للغاية ، ولم يعد توفير المؤن او الامن العسكرى مشكلة خطيرة عند افدات .

وبمساعدة نفس الأجهزة التى ساعدتنا فى مدينة (شفتا) بدأنا نعيد بناء مزرعة (افدات) فى صيف ١٩٥٦ . ولقد جرى انجاز هذا المشروع تحت اشراف " جوشوا كوهين " من منطقة " سدى بوكير " وكان (جوشوا كوهين) يتولى فى الوقت نفسه مهمة اعادة بناء المدينة القديمة . ويتصف (جوشوا) هذا بالحيوية الدافقة والخيال المبدع ، وكان من المخططين الاوائل لمشروعنا فى افدات . ولقد استخدمنا قوة عاملة مؤلفة من عمال معاونين من مستعمرة " يروخام " ، وكانوا جميعا مهاجرين جددا من المغرب وتونس والهند وباكستان ، ولم تكن لهم الا دراية طفيفة باللغة العبرية بل ان قيادتهم فى بعض الاحيان كانت صعبة المراس . وكان " ادوارد دريبن " من مستعمرة " اوروت " من عمال البناء الممتازين كما كان متمرسا بأعمال الزراعة ، وقد درب العمال

على العمل ، بل وفى احيان كثيرة مكن أقدرهم من ان يصبحوا عمالا مهرة.

وخلال هذه الفترة كنا نعيش بادئ الامر داخل مقطورة قائمة عند سفح تل "أفدات" بالقرب من المزرعة، ومع استمرار العمل ، استأجرنا دارين صغيرين فى مستعمرة "بيروخام" وكنا نروح ونغدو من العمل كل يوم.

وعندما كانت عملية اعادة البناء فى ذروتها ، تملكتنا الدهشة وحلت بنا مفاجأة، اذ عايشنا أول فيضان فى العاشر من نوفمبر ١٩٥٩ . ومع ان بعض جدران السور لم تكن قد استكملت فان مياه الفيضان غطت المزرعة كلها، وتشبعت التربة بالمياه الى عمق كبير ، وعندئذ قررنا ان نبذر الشعير ، ولما لم تكن قد توافرت لنا فى ذلك الوقت الادوات الزراعية اللازمة لاعداد التربة والبذر ، فقد طلبنا من احد مشايخ البدو والمجاورين ان يساعدنا فوعد بان يرسل سبعة من رجال البدو والتابعين له مع جمالهم .

وفى صبيحة الرابع من ديسمبر ، ظهر واحد وعشرون بدويا بجمالهم ومحاريثهم وسرعان ما دبت الحياة فى المزرعة التى كانت قد هجرت عدة قرون ، بعد ان بدأت الجمال تجر محاريثها الخشبية العتيقة .

وتردد فى اجواء الصحراء الهادئة أصوات وصرخات السائقين ، وخيم على الوادى كله جو من البهجة والحبور ، وانتهى البذر بعد ان أرخت شمس الغروب ظلالها الوارفة فوق الحقول التى زرعت حديثا .

ويستطيع القارئ ان يتخيل فرحتنا الغامرة بلاحدود بعد ذلك بأسبوعين حين ظهرت البراعم المخضرة لنبات الشعير ، وسرعان ماكست الخضرة الحقل كلة ، وعند ذلك احسسنا بأننا قد خطونا الخطوة الاولى على طريق بلوغ هدفنا (أعطى محصول الشعير ١٢٥٠ كيلوجراما من الحبوب لكل هكتار من الارض وهذا انجاز كبير ، اذا أخذنا فى اعتبارنا الوسائل البدائية التى استخدمناها للحرث وبذر البذور) .

وقد لقننا الفيضان الأول فى منطقة (افدات) عددا من الدروس القيمة ، لقد كانت السماء فوق مستعمرة (بيروخام) ملبدة بالغيوم والسحب قبيل انهيار الامطار وبدا كما لو كانت السماء سوف تمطر على الفور فوق المنطقة ، وكنا نسرع الخطى من "بيروخام" الى "افدات" على امل ان نكون هناك فى الوقت المناسب عند انهمار المطر ، وكنا نجده دائما سماء زرقاء ، وشمسا ساطعة .. بلامطر .. وفى احدى امسيات ايام الجمع ،

بدأ الرذاذ يتساقط فوق منطقة "بيروخام" ، وكنا نستعد لعشاء ليلة السبت ، والمؤكد ان هذه الامطار التى كنا نترقبها ، وسرعان ما أخذنا طعامنا نصف المطهو داخل سيارات الجيب ، واندفعنا الى منطقة (افدات) ، ولكن الامطار لم تسقط ، وقبعنا ننتظر فى مقطورتنا ليلتين ويومين ونصفا ، ولكن شيئا لم يحدث ، وعدنا الى "بيروخام" وحين كان الرذاذ قد بدأ يتساقط فوق (افدات) بعد ذلك بأيام قليلة ، كانت الشمس ساطعة فوق (بيروخام) ، وافتقدنا المطر المنهمر . ولقد افقدتنا تجربة المطر الصحراوى المتناثرة فى بقع كثيرة انه من الضرورى ان نعيش فى المزرعة حتى نعرف عملية سقوط الأمطار والفيضانات ، وان نشرف على المعدات العلمية لجميع المعلومات التى كنا نقيمها هناك .

وكانت مؤسسة روكفلر والجامعة العبرية مستعدتين لتمويل اعادة بناء المستعمرة وشراء المعدات العلمية ، ولكنهما لاتشتركان فى اقامة مبنى من المبانى . وبالرغم من ذلك فايمانا منا بحسن طالعنا طلبنا من مستر " ز . ش . هارلمت " وهو من مشاهير المهندسين المعماريين فى القدس ان يصمم لنا مبنى للدار ، وجاءتنا العناية الالهية مجسدة فى صورة الانسة (روز آن لوترمان) من مدينة مونتريال بكندا ، وهى سيدة صغيرة الحجم ، تجاوزت الثمانين من عمرها ، وكانت قد سمعت عن المشروع . وقامت بزيارتنا فى ربيع ١٩٦٠ ، وتبرعت بالاموال اللازمة لبناء (دار النقب) فوق احد التلال التى تطل على المزرعة. وبالرغم من صعوبة توفير العمال الصالحين لمثل هذه البقعة النائية واعالتهم ، فقد تم استكمال الدار فى التاسع والعشرون من نوفمبر ١٩٦٠ . اما العبء الاكبر فى توفير اسباب المعيشة فى منطقة افدات ، فقد وقع على كاهل " ميشيل ولزيل ايفنيارى " اللذين تركت لهما حرية الاختيار للتفرغ تفرغا تاما للحياة فى المنطقة.

وحين انتقلنا الى دارنا الصحراوية ، تحولنا من زوار للصحراء الى مواطنين فى الصحراء . وأصبحنا ورثة لحضارة قديمة ولاسلوب عتيق فى الحياة ، كان قد اختفى واندثر منذ عدة قرون .

ولقد خلقت لنا الحياة فى مثل هذه البقعة مشكلات عديدة فردية وعملية ، فقد كنا نحتاج الى المياه لنشرب ، والى الكهرباء لندير معداتنا العلمية ، وكان لزاما علينا ان نجد تموينا نعتمد عليه فى توفير المؤن والغذاء لنا .

ونحن اذ نسترجع الماضى الآن ، يتبين لنا مدى ثقل العبء الذى اضطلعنا به

حين استقر رأينا على اعادة بناء المزارع ، ولاسيما اننا كنا نزمع الاستمرار في النهوض بأنشطتنا المهنية المعتادة . كما كان لزاما علينا ان نوطن انفسنا على الحياة مع موظفينا الدائمين الذين يتراوح عددهم بين أربعة وخمسة من الشبان في نفس الدار . ولقد احتاج هذا التكيف الفردي الى وقت طويل ، لكن حياتنا أضحت في نهاية المطاف تسير سيرها الطبيعي المعتاد .

ويتضح من روايتنا الشديدة الايجاز لأصل هذا المشروع انه لايستطيع النهوض به الا فريق مختار من الافراد وان هذا المؤلف هو خلاصة الجهود المشتركة لهذا الفريق ومن بين هؤلاء الافراد من لم يجلب للمشروع الخبرة والدراية بالعلوم الاساسية فحسب ، بل جلب له أيضا الاحساس بالمغامرة في استعادة الماضي من أجل منافع الحاضر ، وكان من بين هؤلاء علماء النبات ، وعلماء الجيولوجيا ، وعلماء المياه ، والمهندسون ، وعلماء الآثار ، والمصورون والمساحون ، وخبراء الزراعة وعلماء التربة ، وهي مجموعة أتاحت لنا ، في تصورنا ، مزايا واضحة تفوق ما كانت للباحثين قبلنا ، ممن لم يتهيأ لهم مثل هذا المزيج من المهارات والخبرات .

وان كان هذا المزيج من العلوم والمناهج ، لم يخل من عيوب ، فقد تلقى احد العلماء تعليمه في المانيا ، وتلقى ثان دراسته في اسرائيل على حين درس الثالث في جنوب افريقيا ، وكانت هذه الخلفية المتباينة في اللغات والثقافات تخلق المشكلات في بعض الاحيان ، لان بعض الافكار كانت تبحث بعقلية المانية ، ثم تناقش بلغة عبرية ، ثم تكتب في النهاية باللغة الانجليزية .

وأملنا وطيد في ان يتجشم القارئ هذه الصعوبة وان يتقبلها راضيا اذا ما لمس ان أسلوبنا تعتوره الصعاب في بعض مراحله .

× × ×

الفصل الثاني

تحديات الصحراء

تقع اسرائيل وسط منطقة صحراوية شاسعة شديدة الجفاف تمتد لأكثر من ٧٥٠٠ كيلو متر من منطقة الصحراء الكبرى الى منطقة صحراء " جوبي " اما اسرائيل نفسها التي لا يزيد عرضها على ٦٦ كيلو مترا ، وطولها على ٤٥٠ كيلومترا فلا تكون وحدة مناخية أو جغرافية أو بيولوجية ففي هذه المنطقة الصغيرة ، تلتقي الصحراء بالحشائش بالنطاق الساحلي ، لتكون أرضا من المتناقضات الطبيعية الكبرى .

أما الجليل ، والشريط الساحلي ، وجبال يهودا فتكون جزءا من (حزام البحر الابيض المتوسط) الذي يمتد من جنوب اسبانيا عبر جنوب فرنسا وايطاليا واليونان وتركيا وسوريا ولبنان الى اسرائيل . وعلى طول ساحل شمالي افريقيا . ويمتاز هذا الحزام ، بمواسم الشتاء المعتدلة الممطرة ، مع متوسط سنوي من الامطار يبلغ من ٥٠٠ الى ٩٠٠ ملليمتر ، كما يمتاز بمواسم صيف دافئة وجافة . والشجرة النموذجية في هذا النطاق هي شجرة الزيتون ، وهي من المؤشرات الممتازة على مناخ البحر المتوسط . اما النطاق او الحزام الثاني فهو المنطقة الواقعة بين شمالي وجنوبي اسرائيل اي شمالي النقب ، وهي منطقة انتقالية وجزء من حزام الحشائش الاسيوي الداخلي المترامي ، ومن المنطقة الايرانية الطورانية حيث مواسم الصيف أكثر دفئا ، ومواسم الشتاء أشد برودة من منطقة البحر المتوسط . وفي هذا النطاق لا يتجاوز متوسط سقوط الامطار سنويا (٢٠٠ ــ ٣٥٠ ملليمترا) .

وجنوبي هذه المنطقة الانتقالية يقع النقب الجنوبي ، وهي صحراء تنتمي الى النطاق الصحراوي في العالم القديم ، اي اقليم الصحراء الكبرى الممتدة الى صحراء الجزيرة العربية ، ثم الى صحراء السند في الهند . وليس لهذه المنطقة الصحراوية متوسط سنوي لسقوط الامطار ، فقد يسود الجفاف المطلق بعض السنوات ، في حين يبلغ المتوسط في بعض السنوات الاخرى (١٥٠ ملليمترا) من الامطار .

وهذا يفسر انعدام وجود الاشجار ، وندرة النبات فى المنطقة . على ان النقب لها خصائصها المميزة : فهى صحراء صخرية ، تفتقر الى البحار الرملية العظمى التى تميز الصحراء الكبرى ، كما تميز داخل صحراء الجزيرة العربية . والقسم الشمالى من النقب هضبة عالية تمزقها أودية عميقة ووهاد قليلة العمق ، ذات جروف طباشيرية خالصة ، كما يتخلل حزام الصوان الاسود بصخوره الصلدة الطبقات المتوازية من الحجر الجيرى الناعم والصلد ، كما تكون دوائر التعرية الهائلة فجوات وانخفاضات واسعة . وتجاه الجنوب ، يلتقى النقب بشبه جزيرة سيناء ، ويندمج معها ، مع وجود منطقة متوسطة من الاحجار الرملية المتنوعة ، الممزقة بفعل التعرية الى (كونتورات) شديدة التباين . وبالقرب من ايلات وهى أقصى نقطة جنوبية فى صحراء النقب ، تحل الصخور الصهارية السوداء التى تكون القمم الحادة الوعرة ، والتى تكون كتلة هضبة سيناء الجبلية محل ألوان الحجر والحجر الرملى السائدة . وليست صحراء النقب كلها الا مجرد الامتداد الشمالى لشبه جزيرة سيناء ، اى الجسر البرى بين آسيا الصغرى (اى الشرق الادنى او الاوسط) وشمال افريقيا . وان شبه جزيرة سيناء — بوضعها هذا — مهدت سبل الاتصالات الثقافية والتجارية والمبادلات بين آسيا وافريقيا الى أوروبا ، كما كانت بمثابة المعبر او الممر للغزوات فى كلا الاتجاهين ، وهى لذلك تطرح تحديات جيولوجية سياسية مستمرة للحضارات المتعاقبة عند امتدادها خارج القارات المتاخمة . ان أسلاف اسرائيل وقبائلها ، وجنودها وتجارها وفلاحيها من أيام مملكة يهوذا ، ومن أيام " النبطيين " والرومان والبيزنطيين والعرب قد تجولوا وجاسوا خلال صحراء النقب .

ولقد بسطت كل حضارة نفوذها وسيطرتها على النقب لفترات عديدة ، وكانت تزود عنها اى اعتداء ، ويمكن قراءة آثار المنطقة كما لو كانت صفحة فى كتاب من كتب التاريخ لكل من توافر له العلم والصبر والجلد . الا ان النقب وسيناء كان لهما أعمق المعانى والدلالات لشعب واحد دون كل الشعوب . فلقد انطويا على الجوهر الذى استمدت منه ديانة اسرائيل وتراثها الالهام . فعلى ارضهما كان قطعان الرعاة الرحل اربعين سنة ، وعلى أرضها ومن فوق قمة من قمم سيناء الشامخة هبط على بنى اسرائيل ناموسهم الذى صهرهم فى شعب واحد ، وعلى أرضها اليوم ، ومن بين انجازات النقب المبدعة تحاول اسرائيل الحديثة ان تستقرئ من الصحراء الاسرار العتيقة التى قد تدفع فى شرايينها الازدهار الفياض (من سفر اشعيا ٣٥ — ٢) .

وليس من قبيل الصدف فى التاريخ ان يكون مولد اول ديانة موحدة (اى اول ديانة

من ديانات التوحيد) فوق هذه الصحراء او أن " تعقبها على هذه الارض الديانتان الكبريان الاخريان : المسيحية والاسلام . وكثيرا ما كان أنبياء اسرائيل يستلهمون الوحى ويحبرونه فى الصحراء . وكان الرهبان والنساك المسيحيون يلوذون بها فرارا من دنس الدنيا والتماسا للاتصال بالرب . اما فى العصور الحديثة فان آداب الصحراء الزمنية التى نلمسها فى مؤلفات دواتى و " لورانس " و " فيلبى " و " توماس " ، وغيرهم من مشاهير الرحالة — تكشف عن التأثير القوى الذى تمارسه على عقول وقلوب الباحثين عن أسرارها وخباياها .

ويكفى ان نتخيل هذه البيئة او هذا الجو . انظر الى الليل فى الصحراء ، فبعد يوم متأجج بالحرارة والقيظ فى التيه الذى تزمجر فيه رياح صرصر عاتية ، يجلب الظلام الراحة الى الجسد المكدود الذى لفحته الحرارة ، وتطل النجوم الهائلة العدد فوق الاجواء النقبية الجافة ، ويسود الدنيا الهدوء والسكينة المطبقة ، ونكاد نلمس بل ونسمع الصمت المطبق ، فليس ثمة اشجار تهمس او سحب تخفى السماء أو مروج عشبية تختفى فيها الجان والجنيات الالهية وهنالك نجد صوت السكون ، الذى تكلم به الرب الى رسوله " ايليا " . هناك فى هذا العالم الساكن الجامد القاسى ووسط اللانهائية الموحشة فى الزمان والمكان يقف الانسان وحيدا تهزه اللانهائية .

ذلك هو تحدى الصحراء المطروح على وجود الانسان ، لكنه بالنسبة لهذا التحدى حيال وجوده البيولوجى ، وتجاه كل شئ حى شئ مختلف ان وطأة البحث عن مكان وسط العوالم المتزايدة من انسان وحيوان ونبات تدفع الكائنات الى التوسع مكانيا والى استعمار مواطن وآفاق جديدة ، حتى أقلها وادناها فى احتمالات الازدهار واستعمار أعلى القمم والينابيع الحارة والصحارى . ولن يستطيع الحياة الا الكائنات القادرة على التكيف مع الظروف البيئية الشديدة الوعورة وكلما اشتدت وعورة الموطن ازدادت وتضاعفت صعوبة اشتراطات الحياة والبقاء .

ولما كانت ندرة المياه فى الصحراء هى أبرز عامل بيئى ، فان اى كائن ، سواء أكان نباتا ام حيوانا ام انسانا ينزع للحياة والبقاء هناك — لابد ان يلتمس السبيل لمواجهة هذا التحدى الاساسى .

وبمرور اجيال عديدة ، ابتكرت كائنات الصحراء اساليب للبقاء ، وان فهم هذه الاساليب فى عالم النبات والحيوان والانسان قد يتسنى لنا تحقيقة خلال سنوات طوال

من البحث فى الصحراء . ونحن بدورنا سوف ننقل الى القارىء ماقد عرفناه ولمسناه .

بيد ان الالمام الكامل بأطراف المشكلة يتطلب معرفة اساسية بالبيئة التى تطورت وابتكرت فيها هذه الاساليب ، ولذلك فهذا الكتاب يحتوى على فصول عن بيئة النقب ، جغرافيتها ومناخها وجيولوجيتها .

ان (الانفجار السكانى) يدفع العالم الى البحث عن مناطق جديدة لانتاج الغذاء . والصحارى وهى تغطى نسبة مئوية عالية من سطح اليابسة فى العالم تفرض علينا الا نغفل هذه المناطق دون ان ندرس امكانياتها وتغطى الصحراء اكثر من ٦٠٪ من مساحة اسرائيل وان السيطرة على هذه الصحراء سوف تتيح الاستيطان الناجح فيها بتطويرها وتنميتها .

ولما كان مانفعله هنا هاديا لغيرنا ان يقيموا البناء فوق الاطلال والارض الخراب وان يشيدوا الاسس لاجيال قادمة وليكن اسمكم المصلحين للصدوع والمستعيدين لسبل الهداية (سفر اشعيا ٥٨ : ١٢) .

ومن يدرى ؟ فلقد تساعد معرفة اساليب الحياة فى الصحراء الجيل القادم على حل مشكلة الحياة والاستقرار فى الظروف التى هى اكثر صعوبة للمعيشة فى الفضاء الخارجى .

x x x

الفصل الثالث

الانسان فى النقب

ان اول سؤال يتحتم علينا ان نطرحه ، وأن نجيب عليه هو ماذا كان الانسان قد سكن صحراء النقب القاحلة ام لا . اما اذا كان قد سكنها ، فهل كان سكانها رعاة رحلا تنقلوا دوريا فى انحاء المنطقة او انهم كانوا قد استقروا وتوطنوا وطاب لهم المقام فيها ؟ وهل عاشوا فى الصحراء بضع سنين فقط او انهم شيدوا حضارات راسخة مستقرة .

وسوف نجد ان الاجابة على هذه الاسئلة تعود بنا الى عصور ماقبل التاريخ . .

وتعتمد كل بحوث ماقبل التاريخ على الكشف عن الآثار وفحصها وتاريخها ، والصحراء موطن مثالى نلتمس فيه الاثار ، لان مناخها الجاف يحافظ عليها الى أماد غير محدودة . وعلى سبيل المثال : فان كل من يضع حجرا فوق حجر يكون قد شيد لنفسه نصبا تذكاريا يبقى لو ترك عديدا من القرون .

وفى صحراء النقب نجد ان آلاف القطع من الآثار الحجرية المبعثرة على امتداد المنطقة تتيح لنا الادلة الاولى على سكنى الانسان فيها . اما المادة الاولية لهذه الاحجار الصوانية فهى مستمدة من حصيات اى كتل متجمعة او طبقات مشكلة من عروق الحجر الجيرى . وحجر الصوان أشد صلابة من الحجر الجيرى ، وبفعل (التجوية) الانتقائية يترك الصوان على الأرض فى شكل حجارة تتحول بسهولة الى ادوات يدوية وان شكلها الخاص وحجمها وصناعتها تسمح بالتأريخ لها . ويرجع تاريخ الآثار الحجرية الصوانية الموجودة فى النقب الى العصر الحجرى القديم ، اى منذ عشرات الآلاف من السنين قبل ان يصل الانسان الى الصحراء الجنوبية الغربية فى الولايات المتحدة ، وقد عثر على قرائن دالة على ان هذه السكنى فى العصر الحجرى القديم قد اعقبتها فترة العصر الحجرى الوسيط (حوالى ١١٫٠٠٠ عام ق . م) . وخلال العصور الحجرية المتأخرة اى العصر الحجرى الحديث (حوالى ٥٠٠٠ _ ٤٠٠٠ سنة ق . م) كانت النقب مأهولة بالسكان نسبيا . وكان انسان العصرين الحجريين : القديم ، والأوسط صيادا متجولا ، يبحث عن الطعام فوق

قمم التلال ، وحواف الجبال ، والهضاب الجوية المرتفعة . كما ان مواقع العصر الحجري الحديث ، من ناحية أخرى تتغفى الاودية وفى سهول الرواسب الطفيلية . وفى هذه المناطق كانت الزراعة ميسورة ، وكان انسان العصر الحجري الحديث هو اول زارع فى منطقة النقب وجدير بالذكر ان هناك قرائن كافية على ان النقب فى عصور ما قبل التاريخ كانت أقل جفافا مما هى عليه الآن .

وفى أعقاب العصر الحجري الحديث ، استقر الانسان فى النقب الشمالى خلال العصر النحاسى (٥٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ عام ق.م) والعصر البرونزى الباكر (الالف الثالثة ق.م) اما فى النقب الاوسط والجنوبى ، فلم يعثر على دليل على الاستقرار خلال هذين العصرين . ويبدو انه قد حدث توقف فى الاستقرار والسكنى . وهجرت المنطقة هجرا واضحا ، وظلت خالية حوالى الفى عام .

اما الفترة الكبرى التالية التى شهدت استعمارا مكثفا ، فقد حدثت خلال العصر البرونزى الوسيط الاول (حوالى ٢١٠٠ ـ ١٩٠٠ ق.م) ويرى آثاره بوضوح كل مسافر يقتفى أثر الطريق الرئيسى من " بيروخام " الى " ماختشرامون " . واذا توقف المسافر فى طريقه ليتفحص معالم سفوح التلال وسلاسل الجبال ـ استطاع ان يتبين روابى حجرية كبيرة ، تتضح معالمها وسط خط الافق ، وشكلها كشكل نتوءات ضخمة . اما المسافر الذى يحرص على ان يتسلق قمم التلال فسوف يجد ان هذه الروابى المسماة (بالهضاب) ذات تكوين صلد . ولقد أوضحت حفريات " كشافى " الحديثة ان هذه الهضاب الركامية كانت قبورا فى العصر البرونزى الوسط الاول ، على ان هذه الهضاب الركامية ليست وحدها هى بقايا الانسان المتخلفة من هذه الفترة .

كما عثر " كوشافى " وهو يجرى حفرياته فى مستوطنة بمنطقة جبل " هار بيروخام " على احجار طحين ، نصال صوانية وبذور زيتون استخلص منها ان الزراعة ـ الى حد ما ـ كانت تمارس فى تلك الفترة . ولقد عثرنا على ما يثبت رأيه هذا من حفرياتنا فى موقع من العصر البرونزى الوسيط الاول بالقرب من " هار رامون " حيث عثرنا على بقايا قديمة للأدوات المستخدمة فى الزراعة . وفضلا عن ذلك فان آثار القرى العديدة (والأماكن العالية) المخصصة للعبادة التى عثر عليها فى النقب تدل على انها كانت مأهولة نسبيا

وبشكل كثيف من جانب سكان مستقرين متوطنين حوالى عام (٢٠٠٠) قبل الميلاد . ولم تجر عن هذه الفترة الا بحوث قليلة الاستفاضة ، ولا نعلم الكثير عن التركيب الاجتماعى والعادات او اقتصاديات سكان هذا العصر ، اذ لا زالت هناك آثار عديدة لم تمتد اليها يد . ومن هذه الظواهر المحيرة ما يتالف من أسوار حجرية طويلة ، شيدت ـ فيما يبدو ـ من كتل تصل الى متر او مترين مربعين ، وتمتد عدة كيلومترات ، ومن بين هذه الاسوار التى قمنا بقياسها واحد يبلغ طوله أكثر من ٤ ½ كيلومترات . ولقد اطلعنا على هذه الظواهر (الخطوط الكيلومترية) ولا يبدو انها تسير فى أتجاه محدد ، الا أنه بغض النظر عن طبيعة الأرض التى تمتد عليها هذه الاسوار ، فهى تسير فى خطوط مستقيمة استقامة كاملة .

وعند هذه المرحلة من معارفنا ، لا نملك الا ان نتكهن بوظيفة هذه الاسوار ، وربما كانت (وهذا هو تخميننا حاليا) نوعا من الحدود التى تبين بعض المناطق او الحيازات المحددة . واذا كانت كذلك بالفعل فان امتدادها لمسافات كبيرة يدل على ان الاقامة والسكنى خلال ذلك العصر كانت حسنة التنظيم ، وانه كانت هنالك سلطة مركزية تحكم وتحدد الممتلكات .

واذا كنا لا نعرف الا القليل عن حياة هذه الشعوب فان ما نعرفه عن أصلهم ليس الا أقل القليل ، من هم ؟ وهل كانوا تلك القبائل الاجنبية ذات الاصول الاثنوغرافية (البشرية) المجهولة التى غزت فى نهاية الالف الثالث قبل الميلاد أرض فلسطين من الشمال ، فأحرقت ودمرت المدن القائمة آنذاك قبل الاستقرار فى أجزاء كثيرة من البلاد ومنها النقب ؟

ويتزامن العصر البرونزى الوسيط مع عصر الاسلاف (أو الآباء) ومن ثم فقد أطلق عليه " نيلسون جلوك " (عصر ابراهيم) .

ويروى التراث ان ابراهيم مع بنيه وقطعانه قد عبر منطقة النقب حين كان يقطنها سكان العصر البرونزى الوسيط الأول . ولابد ان المياه كانت شحيحة الى أقصى درجة فى المنطقة لان الاصحاح (٢١ : ١٤ ـ ١٩) يقدم الوصف التالى : " استيقظ ابراهيم فى الصباح المبكر وأخذ الخبز وقربة الماء ، وأعطاهما " هاجر " . والطفل ، وأرسلها بعيدا ، ثم رحلت وطافت فى بيداء بيرسبع " . ونفد الماء الذى كان فى القربة ، وألقت بالطفل تحت احدى الشجيرات ، وجلست امامه ورفعت صوتها ، وبكت ،

لكن الرب فتح عينيها ، رأت بئرا من الماء ، وذهبت ، وملأت القربة بالماء ، وأعطت الطفل رشفة ماء .

وقبيل نهاية القرن التاسع عشر ق .م دمرت مستوطنات العصر البرونزي الوسيط الأول ، وهجرت . ويرى العلامة " جلوك " ان المدمرين كانوا " شيدار لاعومير " وملوكه الذين أبادوا في حملة واسعة أمما كاملة كانت تعيش في جنوب النقب (الاصحاح ١٤ : ٥ ـ ٧) . وثمة عصر آخر دون استقرار امتد من القرن التاسع عشر الى القرن العاشر ق .م ، اى فترة تبلغ حوالى ٩٠٠ عام . وفى هذا العصر حاولت قبائل اسرائيل الوصول الى أرض الميعاد من مصر وسيناء عن طريق النقب . اما الشريط الساحلى الموازى للبحر ، اى (طريق البحر) فقد اوصد دونها ، واضطرت الى أن تسافر عبر طريق أكبر مشقة . ولقد حاولت سدى ان تدخل عبر منطقة النقب ، وفى نهاية المطاف غزت هذه القبائل اسرائيل من الجانب الشرقى للأردن ، بعد ان قضت أربعين سنة فى بيداء " زين " (النقب الجنوبى) وقد وجدت القبائل هذه الصحراء خالية من كل ما اعتادت عليه ، وندبت حظها فى كلمات واضحة لا لبس فيها ، وقالت لموسى : لهذا أخرجتنا من مصر لتلقى بنا وسط هذه الأرض الموحشة ؟ ، انها ليست أرضا للبذر ، او التين ، او الاعناب او الرمان ، وليس فيها ماء نشرب منه (الاصحاح ٢٠ : ٥) .

وبحلول القرن العاشر ق .م (العصر الاسرائيلى الثانى والثالث او العصر الحديدى الثانى) لم يعد الاسرائيليون يظهرون فى هذه المنطقة كرعاة رحل ـ بل باعتبارهم جنودا وفلاحين ، اى رجال الارض ، ورجال السيف ، وقد احتلوا النقب كجزء من المملكة القوية الآخذة فى التوسع .

ولقد اكتشفنا مصادفة عام ١٩٥٦ أحد مستوطناتهم فى منطقة عرفت باسم " ميشور هارواخ " اى (ساحل الهواء) وفى هذه الفترة من عملنا لم نكن نهتم ـ فى المقام الأول ـ بالتطور التاريخى للمنطقة وأثناء السفر فى الطريق الرئيسى بين (افرات / ايلات) بالقرب من مستعمرة " متزباح رامون " لاحظنا وجود حوض قديم على الجانب الشرقى من الطريق العام . ولم نكن قد فحصناه من قبل . وهذا الحوض ـ مثله مثل سائر أحواض النقب ـ امكن التعرف على حقيقته بوجود ركام مرتفع من التربة غير المتماسكة على طول الحوض ، وهذا الركام جاء نتيجة لعمليات التنظيف ، حين يجرى تطهير الطمى من

الصهريج (الحوض) ثم يكوم بعيدا . وتحتوى هذه الأكوام الطينية دائما على أعداد كبيرة من القطع الخزفية المكسورة ، ولم يكن هذا الركام مستثنى من القاعدة العامة ، فقد عثرنا على كثير من القطع الخزفية . ثم استطعنا ان نقرر ان (الصهريج) انما يعود الى (العصر الاسرائيلى) .

وقد أكد الفحص الدقيق لبناء هذا الصهريج انه يختلف عن الصهاريج الاخرى التى كنا قد درسناها حتى ذلك الوقت . فهذا الصهريج لم يكن قد نحت من الصخر ، بل حفر داخل الحجر الطفلى الصلد الذى تتميز به المنطقة ، كما تم تسوير الصهريج بأحجار كبيرة من أجل ترسيخ جدرانه ، كما عثرنا على قناتين صغيرتين محفورتين فى سفح التل المجاور ، تؤديان بماء الامطار من سفح التل الى حوض طمى صغير ، قبل ان يدفع به الى الصهريج .

ولقد كشفت دراسة الظواهر المحيطة عن وجود بقايا منازل ، وكثير من الآثار الخزفية الاسرائيلية المبعثرة فوق المنطقة . ولا تقف فائدة الآثار الخزفية عند حد تحديد التاريخ الصحيح للصهريج بل ان وصف التوراة لآثار الملك " عوزياح " يؤكد هذا التاريخ . فلقد أقام أيضا بروجا فى الصحراء ، وحفر عديدا من الآبار ، لانه كان يعشق التدبير والاقتصاد (الحوليات الثانية ٢٦ : ٢٠) وفوق قمة التل الذى يطل على (الصهريج) عثرنا على اطلال حصن .

ولم يترك التصميم المسطح أو الاسلوب الذى تم به تشييد أسواره أدنى شك فى أننا نقف وسط اطلال مستعمرة اسرائيلية قديمة ، يرجع تاريخها الى عصر الملك يهوذا . وكانت تلك هى أول مرة فى منطقة النقب يجرى تأريخ دقيق لصهريج جمع مياه الامطار ، وللحصن والمنازل التابعة له . انها تعود الى العصر الاسرائيلى ـ اى حوالى (٢٧٠٠ سنة) مضت .

ولقد أوحى لنا هذا الكشف باجراء مسح شامل لمنطقة " ميشور هارواخ " وهى تغطى مائة كيلو متر مربع ، وتحتوى على سهل يمتد فى طوله حوالى (١٥ ـ ٢٠ كيلو مترا) ، وعرضه من (٥ ـ ٨ كيلو مترات) ولقد حقق هذا البحث نتائجه ، اذ وجدنا ان المنطقة كلها مليئة بعشرات من صهاريج جمع مياه الامطار التى ترجع الى نفس الحقبة التاريخية . وفوق ذلك ساقتنا الصدف الى كشف جديد فتح امامنا آفاقا جديدة فى البحث ، ففى أثناء عودتنا ذات مساء الى معسكرنا لاحظنا وجود اطلال منزل منفرد يقع فى واد صغير ، ولم تكن الاطلال تغطى أكثر من ١٥ ـ ٢٠ مترا مربعا وفى وسط هذه الاطلال كان يبرز

حجران كبيران يبدوان كما لوكان عمودين لايتجاوز ارتفاعهما مترا واحدا ، وكانا يشكلان اطارا لبوابة رئيسية ، وكان الظلام قد بدأ يرخى سدوله على الوادى ، ولم يكن الوقت متأخرا ليسمح بالبحث فى الموقع ، فقفلنا عائدين الى معسكرينا ونحن أكثرمانكون شوقا للعودة الى زيارة الأطلال . ونهضنا مبكرين فى الصباح التالى . وفى هذه المرة انضم الى فريقنا الدكتور " يوهانان أهارونى " عالم الآثار المشهور ، ولدى وصوله الى الأطلال تعرف على العمودين على الفور باعتبارهما من نمط وأسلوب البناء السائد فى الجزء الشمالى من فلسطين خلال العصر الاسرائيلى .

وكان هذا هو النموذج الأول لهذا النمط من البناء الذى اكتشفناه فى النقب وسرعان مادفعنا الى البحث عن آثار القطع الفخارية من أجل التحقق من فرضه ونظريته ، ولقد عثرنا على مئات القطع الاثرية التى يعود تاريخها الى تلك الحقبة ، وبما يؤكد ان المنزل يرجع الى عصر مملكة يهوذا . والى جوار المنزل مباشرة كانت هناك مزرعة مسورة وصهريج صغير يوفر المياه للاستعمال المنزلى . وكان المنزل والجدران المسورة والصهريج تكون فى مجموعها وحدة متكاملة . ولقد عثرنا بذلك على مزرعة اسرائيلية قديمة فى قلب النقب يعود تاريخها لاكثر من ٢٦٠٠ عام . وفى أثناء البحث فى سهل آخر فى النقب وهو سهل " ماترادا " (رامات ماتريد ، هضبة النقب الوسطى) اكتشفنا وجود قرية كاملة ، تعود أراضيها الزراعية الى نفس الحقبة .

فما هو الدافع الذى حفز هؤلاء الناس الى الاستقرار فى الصحراء ؟

وفى أثناء عصر الحكماء ، وفى عهد الملك داود حوالى (١٠١٠ – ٩٧٠ ق٠م) نضجت مملكة يهوذا وتحولت من مجرد مجتمع قبلى مهلهل الى امة ذات نظام مركزى متماسك ولم يحدث ان احكمت سيطرتها على ساحل البحر المتوسط ، وقد يممت وجهها شطر النقب والبحر الأحمر . وتروى قصص التوراة ، ان الملوك الذين خلفوا داوود بن سليمان ثم " جيهوشافت " و " عاسا " ، ثم " اوزياح " من بعده ، قد اولوا النقب اهمية أكبر مما أولاها اياها الملك داود .

فالملك سليمان ، على سبيل المثال (٩٧٠ – ٩٣٠ ق ٠ م) طور مناجم النحاس شمالى ايلات ، كما أنشأ ميناء " اتزيون جيبر " على ساحل البحر الاحمر حيث اجرى تجارته مع افريقيا والجزيرة العربية ، بل مع الهند ولضمان ازدهار هذه المشروعات التجارية كان من الضرورى ان تبقى طرق النقب البرية مفتوحة وآمنة من اغارة العصابات الصحراوية ،

ومن ثم ففى أثناء عصر مملكة يهوذا ، شيدت شبكة من الحصون على طول الطرق الرئيسية للمنطقة ، ولقد اكتشفنا احد هذه الحصون بالقرب من صهريج " ميشور هاروخ " .

وكانت مواقع هذه الحصون تحدد على نحو استراتيجى فوق قمم التلال المطلة على الصحراء وعند مفترق الطرق الرئيسية ، كما كانت تقع باستمرار بالقرب من موارد المياه ، وحيثما لاتوجد ينابيع مياه كانت الصهاريج تحفر لجمع مياه الامطار من سفوح التلال ، ومن ثم كانت توفر امدادا كافيا بالمياه للحاميات الموجودة . ولقد أقيم كثير من الحصون بالقرب من الاودية الخصيبة ، كما شيدت بعض المزارع المسورة بالقرب من الحصن كما عثرنا على عدة حظائر قديمة مبنية من الجدران الحجرية مقامة على شكل دائرة بالقرب من المزارع ، وكانت تتصل فى بعض الاحيان بالحقول المسورة ، مما يؤكد ان المستوطنين كانوا يرعون المواشى وهى على الارجح الاغنام والماعز .

ولقد استمرت فترة الرخاء والاستقرار هذه ثلاثة أو أربعة قرون حتى بدأ الوهن يدب فى أوصال الحكومة المركزية حوالى القرن السابع او السادس ق٠م وغدت أضعف من ان تذود عن مواقع النقب وحامياتها . ولقد دمر البابليون مملكة يهوذا تدميرا حين فتحوا اورشليم ، وأضحى البدو سادة على النقب ، وبارت التجارة والمواصلات مما أدى الى هجر المستوطنات الزراعية .

وفى عصور متأخرة اى بعد العودة من المنفى فى بابل الى ارض يهوذا (القرن الخامس ق٠ م) وفى ظل حكم " هاسمونيان " ، لم تكن سلطة مملكة يهوذا قد بلغت درجة من القوة تسمح باستعادة سيطرتها على النقب ، ولم يخضع الا جزء من النقب يضم خالوتزا ، وأفدات للسيطرة الا فترة وجيزة ابان حكم " الاسكندر جانيوس " من ملوك الهاسمونيان ، ومن القرن السادس الى القرن الثالث ق٠م لم نجد علامات على اى استقراء فى النقب ، على ان فترة الازدهار فى النقب قد ابتدأت فى نهاية القرن الثالث فى العصر النبطى الرومانى البيزنطى الذى استمر من ٨٠٠ الى ٩٠٠ عام . وكان النبطيون هم ارعيل الاول . ولقد ورد اول ذكر لهم فى روايات المؤرخ الاغريقى (ديودورس سيكولوس) (القرن الاول ق٠م) الذى يحكى عن وقوع حملتين فاشلتين عام ٣١٢ ق٠م جردهما " انتيجونوس مونوفثاليموس (اى المسمى انتيجونوس الاعور) . وكان قائدا لدى الاسكندر الاكبر ، وحارب ضد النبطيين . ومن الواضح انهم كانوا ينتمون الى احدى القبائل فى جنوب الجزيرة العربية ، لكن اصولهم الحقيقية وتاريخهم القديم كانت من

الامور التى لاتزال مجهولة . ويصف (ديودوراس) هذه القبائل بانها من الرعاة الرحل وكانت تشتغل بالتجارة ، وقد كتب يقول : " ان عددا كبيرا منها يجلب البخور والمر ، وأغلب العطور التى يجلبونها من الجزيرة العربية والتى تعرف باسم " العربية السعيدة) الى المحيط " وكانت تجارة الشرق الاقصى والهند والصين والجزيرة العربية ترد وتنقل بواسطة قوافل الجمال عبر طريق وصفه الجغرافى الاغريقى استرابو) القرن الاول ق.م) من " الهجرة " (مدائن صالح) عن طريق (تبوك والبتراء (معان) الى دمشق أو عبر النقب عن طريق عابودا (افدات) لتصل الى موانى غزة او العريش . وكانت السلع تصل الى منطقة " الهجرة " سواء من " الجرحاء " الواقعة على الخليج الفارسى او من " ليوكى كومى " على البحر الاحمر . وان مئات النقوش النبطية التى عثرنا عليها فى كل مكان اخترقته الطرق التجارية لدليل واضح على مدى اتساع هذه الرحلات .

ولقد كانت تجارة رائجة للغاية تعود بربح وفير ، اذ كان الطلب كبيرا على مثل هذه السلع الكمالية مثل التوابل والعطور الهندية والعربية والحرائر الصينية . ولما كان النبطيون يحتكرون هذه التجارة فقد استطاعوا التحكم فى الاسعار ، وازدادوا قوة وثراء . ويروى الكاتب الرومانى " جايوس " بلينيوس سيكوندوس " ان أسعار هذه السلع كانت ترتفع مئات الاضعاف بين العربية السعيدة وبين غزة . ولقد شيد النبطيون المدن ، والحصون والمواقع الاستراتيجية ، وأنشئوا المستوطنات التى أصبحت معاقل دائمة على طول الطرق الرئيسية من اجل حمايتها ، كما شيدوا خمس مدن كبيرة نسبيا فى النقب وافدات وشفتا و "الخاللوتزا " و " كورنوب " و " نيتزانا " ، هذا على الرغم من ان عاصمتها كانت فى " البتراء " التى تقع على بعد بضعة اميال شرقى وادى عربة . ولقد القى التنقيب الجزئى فى (الافدات) و (شيفتاه) خلال السنوات القليلة الماضية اضواء جديدة على تاريخها . ولقد كشفت (افدات) عن آثار مستعمرة نبطية يرجع تاريخها الى القرن الثالث ق.م . هذا على الرغم من ان الحصن الرئيسى (الاكروبوليس) وغيره من الابنية ترجع الى تاريخ متأخر اى الى عصر لاحق ، ربما كان القرن الاول ق.م . ولم تفصح حفائر منطقة (شفتاه) عن أثر لأى مستعمرة قبل القرن الاول ق.م .

ولقد تمكنت الامبراطورية النبطية بفضل انتشار التجارة وازدهارها من تأمين نفسها وحماية اركانها . ولقد كانت المملكة وهى فى ذروة سلطانها تمته من منطقة الهجرة فى الجنوب الى بلاد سوريا فى الشمال والى دمشق . ونحو الشرق كانت الحدود

متطابقة مع حدود الأردن فى الوقت الحاضر . وباستثناء ساحل البحر المتوسط كانت منطقة النقب تنتمى — وبشكل يقينى — الى النبطيين فى ذلك العصر ، وكانوا مجاورين لمملكة " هاسمونيا " ولقد امتزج تاريخ المملكتين من القرن الثانى ق.م وما بعده .

وفى البداية كان الود يسود العلاقات بين الدولتين . وقد كتب المؤرخ " جوزيفوس فلافيوس " (٣٧ — ٩٥ م) يقول : " اما بالنسبة لـ " يهوذا المكابى " وأخيه " جوناثان " فقد عبرا نهر الاردن ، وبعد ان قطعا مسافة ثلاثة أيام فى السير وصلا الى النبطيين الذين رحبوا بهم فى سلام . ولقد تزاوجا منهم مثلما حدث من (زواج " هيرود التتراكى ") الذى تزوج بنت الملك (آرتاس الرابع) لكن هذه العلاقة الودية لم تدم ، اذ انه عندما رغب (هيرود) فى طلاق زوجته حاربه الملك " آرتاس " كما ان المطامع الاقليمية للدولتين اتسع نطاقها ، وأدى الامر الى اصطدامهما ، ولقد كثرت غزوات النبطيين واليهود لاراضى بعضهما البعض . وأثناء حصار أورشليم (القدس) تحالف النبطيون مع الرومان .

ثم بدأ أفول نجم الامبراطورية النبطية مع صعود نجم الرومان فى مصر والشرق الأوسط قوة وسلطانا . وما أن أصبحت روما مركزا للثروة والنفوذ حتى وجدت النخبة الحاكمة ان تبعيتها للنبطيين ولتجارتهم أصبحت أمرا مزعجا . ونجد منذ القرن السابع ق.م . انهم يتدخلون فى شئون النبطيين ولكى يضعف الرومان من نفوذ النبطيين انشئوا طريقا تجاريا جديدا ، وأضحت السلع تنقل بالقوارب الى " ميوس هورموس " على البحر الاحمر ثم تنقل برا الى مدينة " قفط " وتنقل من هناك الى الاسكندرية عبر نهر النيل .

وبذلك اضمحلت أهمية طرق القوافل القديمة بسبب هذه المنافسة ، وانهار بشكل مطرد اساس ازدهار الثروة النبطية ، وسرعان ماحلت نهاية استقلالهم كشعب من الشعوب .

وفى عصر الملك " رابيل الثانى " عام ١٠٦ م " احتل (كورنيليوس بالما " قائد الامبراطور " تراجان " بلاد النبطية دون مقاومة وضم هذه البلاد الى الامبراطورية الرومانية باعتبارها ولاية عربية " البتراء " وجعل (بوسترا) العاصمة الجديدة بدلا من البتراء .

ولم يلحق الدمار بالمدن النبطية وبقى السكان فى منطقة النقب • وبذلك خرجت السلطة المركزية من يد النقب ، وطغت المصالح الامبراطورية على الامور المحلية الداخلية ، وإزاء الاهمية الصاعدة لبالميرا وطريق التجارة الشمالى ، لم تعد أرض النقب هى الطريق الأول للتجارة بين الشرق والغرب ، بل أضحت بدلا من ذلك ولاية تقع على الحدود ترابط فيها فيالق الجيش لحراسة حدود الامبراطورية الرومانية ضد القبائل الرحل فى الصحراء وضد تسلل الاعداء •

على ان الرومان عجزوا عن حماية النقب باستمرار ، ولقد وجد العلامة " افراهام نجيف " علامات توضح ان أرض (افدات) كانت نهبا لغارات المغيرين خلال القرن الثانى الميلادى • ويرى العلامة (افراهام نيجيف) ان النقوش العديدة التى عثر عليها بالقرب من المدينة ، وهى النقوش المكتوبة باللغة الثمودية والصفدية ، نقوش سامية قبل الاسلام تدل على وقوع غزو خارجى خلال هذا العصر •

وبالرغم من ذلك لم تهجر مدينة (افدات) هجرة دائمة ، فنحن نعلم ان المعبد والحصن والاحياء الرومانية الباقية تعود كلها الى منتصف القرن الثالث الميلادى •

وفضلا عن ذلك فان احد النقوش اليونانية يدل على ان المعبد كان مخصصا لعبادة الالهة " آفروديت " والاله " زيوس " عام ٢٦٨ م •

وفى عام ٧٣٠ م اسس قسطنطين مدينة القسطنطينية عاصمة للامبراطورية الرومانية وفى عام ٣٩٢ انقسمت الامبراطورية بين روما الشرقية وروما الغربية • وخضعت النقب لسلطان روما الشرقية ، ودخلت انئذ عصرا ازدهرت فيه مشروعاتها التجارية ، فلقد أغلق الطريق البرى الى الشرق الاقصى بسبب الحروب المستمرة مع الفرس • وكان امام التجار فرصة الاختيار بين الطريقين الآخرين أما على طول ساحل فلسطين ، مرورا بمصر نحو كليزما اى السويس او الى ايلات ، ثم عبر النقب ، ومن ثم ازدهرت مدينة (ايلات) ويروى " يوسيبوس " (٢٦٠ – ٣٤٠ م) عن وصول سفن قادمة من الهند ، حيث اختار كثير من التجار طريق النقب • ولقد كان ثمة طريقان رئيسيان للقوافل فى النقب : احدهما عبر (خالوتزا) و(افدات) والثانى عبر " كورنوب " •

وكانت للمنطقة أهمية عسكرية ضخمة بالنسبة للامبراطورية البيزنطية ، وكانت بمثابة أرض عازلة فى وجه القبائل الرحل الدائمة العدوان من الصحارى المجاورة •

وقد أقام البيزنطيون فى المدن حاميات من السكان المحليين الذين يعملون بالزراعة ، وفى الوقت نفسه يؤدون الخدمة العسكرية • وهؤلاء الجنود الزراع الذين يؤدون عملا مزدوجا هم أسلاف أنداد هم فى اسرائيل اليوم حيث يؤدى جنود مستعمرات الناحال نفس المهمة •

ولقد خلف العصر البيزنطى أثرين واضحين على منطقة النقب : الكنائس العديدة وآلاف الكيلومترات من الأسوار • والكنائس ذات اهمية خاصة ، لأنها تحدد دخول المسيحيين الى أرض النقب التى ترسخت رسميا بالمرسوم الشهير الذى أصدره " ثيودوسيوس " عام ٣٩٢ م •

وتدل المبانى والمنشآت الدينية العديدة فى منطقة (شبيطا) وأفدات على أن عدد السكان الكنسيين أى رجال الكنائس كان كبيرا • وفى (الدراسة) نستطيع أن نتتبع بدقة كافية عملية انتشار المسيحية • ولقد شيد الحكام البيزنطيون كنيستين ، واستخدموا فى تشييدهما اوربما فى اعادة تشييدهما البناء الحجرى الجميل للمعابد النبطية الرومانية •

وإذ أعاد البناة البيزنطيون استخدام الاحجار الجميلة ، فقد وضعوها ورتبوها على نحو يخفى الرسوم النبطية الرومانية عن أعين الموجودين داخل الكنيسة • ولقد كانوا يحاولون دون شك تدمير الذكريات الباقية للرموز الاصلية غير المسيحية وتدل الكنيستان الرائعتان فى "افدات " والمحافظة بمنات المنازل الخاصة على ان البيزنطيين فى هذا العصر كانوا على قدر رفيع من الثقافة والازدهار •

وتوحى منطقة الشبيطا بانطباع مماثل للازدهار والثقافة • فنجد ان الكنائس الثلاث الضخمة فى " الشبيطا) مكسوة بالرخام ، ولابد ان الغطاء كان سخيا للأديرة المجاورة حتى تحول مثل هذا المجتمع الكنسى الكبير ، والحق ان الفضل يعود للمسيحية باعتبارها الدين الرسمى ، فى جلب بعض مظاهر الرخاء فى النقب ، ولقد عقب " آفيونا " عالم الآثار بقوله : " ان فلسطين قد تحولت من ولاية منسية الى أراض مقدسة تحظى باهتمام الأباطرة " • وبعبارة أخرى أصبحت فلسطين فى هذا العصر أرضا مقدسة • ولقد صور المؤرخ " يوسيبوس بامفيلس " اسقف القيصرية (٢٦٠ – ٣٤٠ م) هذا التناقض بالنسبة للعصر الرومانى السابق ، اذ روى ان الحاكم " فيرمليانس " (٣١٠) لم

يكن قد سمع مطلقا باسم اورشليم (القدس) .

أضحت فلسطين مهد المسيحية وقلب العبادة الدينية لامبراطورية مترامية الأطراف . ولقد استثمر الأباطرة من الرجال والنساء أموالا طائلة فى تشييد المبانى وفى أوجه الخير فى البلاد كلها ، كما ان المحسنين به اقتدوا دينى كانوا على دين ملوكهم ، اى اقتفوا أثر ملوكهم فى الصدقة والاحسان . ولقد تولد من هذا السيل المتدفق من الأموال رخاء عظيم انعكس على المؤسسات الدينية فى النقب .

وأضحت مدينة (شفتا) قلب الحياة الديرية اى قلب حياة الرهبنة ، ويبدو ان الرهبان والنساك قد أووا الى مساكن صغيرة فوق تل " مشرفة " القريب .

وامتزج هذا البعث الدينى فى أرض النقب بتشييد الاديرة والصوامع فى سيناء ، ومن بينها دير سانت كاترين وأضحت قوافل الحج مصدرا للدخل فى مدن النقب ، التى استطاعت ان توفر الطعام والشراب بأثمان باهظة . والواقع ان الفواكه والخضروات الطازجة كانت اسهاما عظيما تقدمه أرض النقب الى الامبراطورية .

اما المزارع التى زرعت زراعة كثيفة ، وكذلك انظمة جمع المياه ، فقد بلغت شأوا من التطور خلال العصر البيزنطى ، واستغل مهندسوها كل نقطة من ماء الامطار سواء لأغراض الزراعة أم للأغراض المنزلية ، بل ان مياه الامطار التى كانت تتساقط من فوق الأسقف وتنصرف فى الشوارع كانت تستغل أفضل استغلال .

وابان حكم " جستنيان " الأول (٥١٨ — ١٥٦٥) كان الحكم البيزنطى قد بلغ عصره الذهبى ، ولكن سرعان ماتبدت بعد ذلك البوادر الاولى الواضحة لاضمحلال مدن النقب .

اما نهاية القرن السادس ، وبداية القرن السابع فقد كانت فترة ازمة اقتصادية وثقافية ودينية وعسكرية للامبراطورية كلها .

وخلال حكم الامبراطور " هرقل " (٦١٠ — ٦٤١) لم يعد فى مقدور بيزنطة ان تحمى ولاياتها الجنوبية ، ففى عام ٦١٢ فتح الفرس مدينة انطاكية ، وعام ٦١٤ فتحوا القدس ، ونهبوا مدينة (أفدات) عام (٦١٩ — ٦٢٠) على أرجح التقديرات . ولم ينجح (هرقل) فى طردهم من امبراطوريته الا بشق النفس ، وبالرغم من ذلك فاننا نعثر

حتى عام ٦٣٦ على كنيسة صغيرة شيدت فى " أفدات " وكذلك نلاحظ اعادة تشييد بعض المبانى .

وسرعان مااكتسح المد الصاعد للاسلام المنطقة كلها ، وفى عام ٦٣٥ فتح العرب دمشق ، وعام ٦٣٦ م دحروا هرقل فى معركة " اليرموك " المصيرية ، وعام (٦٣٧ — ٦٣٨ م) فتحوا القدس ، وعام (٦٤١ — ٦٤٢ م) فتحوا مصر ، وفيما بين أعوام (٦٣٧ — ٦٤١ م) سقطت أرض النقب فى أيدى العرب .

لكنهم (اى العرب) لم يدمروا المدن ، بل ان السكان هم الذين هجروا منازلهم تدريجيا ، وبحلول القرنين الثامن والتاسع ، كانت مدينة (أفدات) (أوعبدات) قد تعرضت للخراب ، وتحولت الى أطلال وكتب العلامة (افراهام نيجيف) يقول : " انه من الواضح من حفرياتنا فى المنازل البيزنطية ان الاسرة تلو الاسرة كانت تحزم متاعها ، وتنتقل الى اماكن أخرى . وبرحيل هذه الاسر اضمحلت الزراعة وكل الانجازات العظيمة للمهندسين . وليس ثمة مايصف تدهور النقب وخرابها وصفا حيويا أفضل من الفقرة التى يختتم بها " بالمر " تقرير رحلته فى النقب عام ١٨٧٠ اذ يقول : " منذ ازمان بعيدة ، أعلنت كلمة الرب ان أرض الكنعانيين والعموريين سوف تصبح بيداء قاحلة ، وان مدن الجنوب سوف تنعزل ، ولن يفتحها أحد (الاصحاح ١٣ — ١٩) .

ولقد رأينا حولنا الترجمة الحرفية لهذه اللفتة الخيفة وجدنا جدران البناء الأصم ، والحقول ، والحدائق التى تكتنفها الاسوار ، وجدنا كل دلائل النشاط البشرى ولكن لم تبق سوى الاسماء الجوفاء والهياكل الحجرية للحضارة ، لتحكى ماضى هذه البلاد . وهناك قامت المدن القديمة ، التى لاتزال تسمى بأسمائها القديمة ، ولكن لم يكن هناك - أثر للحياة اللهم الا السحالى التى كانت تجرى فوق الجدران المتهدمة او البوم التى كانت تنعق فوق العرصات الخاوية " .

اما أسباب تدهور النقب فى ظل الاسلام فهى معروفة واضحة ، اذ لم يكن لدى الحكام العرب المسلمين فى النقب اى دوافع دينية او عسكرية للحفاظ عليها . ولم يعد لتجار القوافل اهمية ، وكانت حدود الامبراطورية العربية التى تحتاج للحراسة بواسطة المواقع العسكرية الامامية تقع بعيدا تجاه الغرب ، وتركت النقب آخر الامر للبدو الرحل الذين حاولوا دائما اختراقها والتسلل اليها وأصبح البدو سادة للنقب خلال

الأعوام الألف والثلاثمائة التالية ، وكتب بالمر عن البدو ويقول : " حيثما يذهب البدو يجلب معه الخراب والعنف والاهمال ، وان تسميته بابن الصحراء تعتبر سببا له - فتصف الصحراء مدينة بوجودها له ، كما خضعت له سهول خصبة عديدة طرد منها سكانها المجديين النافعين كما حدث لجنوب الهلال التي أضحت بيداء قاحلة وجرداء " .

وحيث عاش عشرات الالاف من السكان في رخاء وازدهار تجد ان البدو لا يكادون يعيشون الا على الكفاف ، فالانظمة الزراعية تركت دون عنايــة للخراب ، وأصبحت الفيضانات او السيول المانحة للحياة فيما سبق مصدرا للدمار ، وقد أدت الى تآكل الأسوار تدريجيا .

وكان البدو يستخدمون في أماكن متفرقة قطاعات محدودة من المزارع القديمة لزراعة محاصيل هزيلة .

وهكذا ضاعت جهود هائلة ومستمرة عبر أجيال بسبب الاهمال وسوء الاستعمال من جانب البشر .

وظل البدو حكاما للنقب الى منتصف القرن العشرين حين تأسست دولة اسرائيل . وسرعان ما شيدت مدن ومستعمرات جديدة على طول الطريق الرئيسي من بئر سبع الى ايلات ، من اجل فتح طرق التجارة القديمة من جديد .

ومن السابق لأوانه ان نصدر حكمنا على الحضارة الجديدة في النقب ، ولن يتــاح ذلك الا لمؤرخ المستقبل ، اذ سيتمكن من القول الى اي مدى واجهت هذه الحضارة تحديات البيئة ، وأصبحت تفرض ارادتها على الصحراء .

الفصل الرابـــع

النقب .. اقليـم صحـــراوي

يروى المرشدون للسائحين الذين يستقلون يوميا سياراتهم الفارهة الفخمة وسط النقب انهم يسيرون وسط صحراء ، ولكن اذا تساءل احد السائحين : " ماهي الصحراء ؟ فقد يعجز المرشد عن الاجابة ، وانى له ذلك ؟ فالعلماء انفسهم قد اختلفوا حـــول تعريف الكلمة . وهناك أسباب ذاتية وأسباب موضوعية لهذه الصعوبة . اما الاسباب الذاتية فهي تنبثق من أن الصحراء تعني لعالم البيولوجيا (الاحياء) ما لا تعنيه لعالم الجغرافيا ، وتعني لعالم التربة شيئا يختلف عما تعنيه لعالم الجيولوجيا او لعالـــم الأرصاد الجوية . وكل عالم من هؤلاء ينظر الى الكلمة والاصطلاح من زاويته الخاصة .

ففيما يتعلق بعالم النبات تمثل خصائص الزراعة والنبات معيار الحكم ، ومن بين هذه الخصائص ندرة الغطاء النباتي وشحه ، ثم غلبة انواع وفصائل نباتية معينة ، وندرة الاشجار .. وهكذا .

اما عالم الجغرافيا فان وجود بعض اشكال الارض مثل السهول المغطاة بالقطع الحجرية او المنخفضات الخالية من اي منفذ ، التي تحتوي على بحيرات ملحية مؤقتــة ، تعتبر خصائص هامة في الصحراء . وبالنسبة لعالم التربة وعالم الجيولوجيا فان الصحراء تتميز بأنماط نموذجية من التربة ، وبعمليات جوية محددة . اما بالنسبة لعالم الارصاد الجوية ، فان هذه المعايير كلها ليست بذات اهمية ، فهو يعرف الصحراء بحسب تحرك كتل الهواء الجاف .

وجميع هؤلاء العلماء محقون في تعريفاتهم ، ولكن ذلك لا يصدق الا اذا نظرنــا الى الصحراء من الزاوية المحددة لكل تخصص من تخصصات العلماء .

ويزداد الامر صعوبة بسبب وجود انواع متباينة من الصحراء من حارة الى باردة .

ومن صحار شديدة القسوة الى اخرى معتدلة . الى أشباه صحار ، كما انه من الصعب تحديد الانتقال من نطاق الصحراء الى نطاق الحشائش .

ومن بين أساليب التصدى لهذه الصعوبات توسيع نطاق التعريف الى أكبر قد ممكن ، بحيث يشمل منهج العلوم التى تتناول الصحارى ، وتتخذ للهداية فى هذا الصدد نقطة مقياس الرطوبة الذى ابتدعه " ثورنثويت " . وهذا المقياس يصف العلاقة بين سقوط المطر والتبخر والرشح (اى المياه المفقودة فى الجو من التربة بواسطة البخر من النباتات عن طريق الرشح فى ظل ظروف التوافر الأمثل للمياه) وبين المياه المتاحة للنباتات .

وحينما يكون معدل التكثيف معادلا للتبخر والرشح المحتمل طوال الوقت ، وتتوافر المياه بالقدر المطلوب ، فلن يحدث نقص او زيادة فى المياه ، ولن يكون المناخ رطبا او جافا ، ومع ازدياد نقص المياه بالنسبة للبخر المحتمل يصبح المناخ جافا ، ومع ازدياد فائض المياه تزداد رطوبة الجو ، واذا حدث فائض فى المياه ولم يطرأ اى نقص فان العلاقة بين فائض المياه والحاجة للمياه تمثل مقياسا للرطوبة . وبالمثل اذا حدث نقص فى المياه ولم يحدث فائض ، فان النسبة بين نقص المياه والحاجة اليها تمثل مقياسا للجفاف " . هذا هو موجز نظرية " ثورنثويت " .

ومع اقتران هذين المقياسين ، يخلص ثورنثويت الى مقياس شامل للرطوبة هو :

ملليمتر واحد = ١٠٠ فائض ـ ٦٠ نقص المياه / الحاجة للمياه

ولقد اتاحت هذه المعادلة للعالم " ثورنثويت " ان يضع عدة (مناطق رطوبة) تتطابق مع انماط المناخ . فالقيم الموجبة للمليمتر من الرطوبة (التى تتراوح من صفر الى عشرين) تشير الى مناخ شبه رطب ، ومن ٢٠ الى ٨٠ الى مناخ رطب . أما القيم السالبة من صفر الى ٢٠ فتشير الى مناخ جاف شبه رطب ومن ٢٠ ـ الى ٤٠ الى مناخ شبه جاف ، ومن (ـ ٤٠ الى ـ ٦٠) الى مناخ جاف . ومن ثم فالصحراوات تتميز بمقياس رطوبة سالب كبير ، وتقع منطقة النقب كلها داخل المنطقة التى ينطبق عليها المقياس (ـ ٤٠ الى ـ ٦٠) على حين يتراوح مقياس الجزء الشمالى من اسرائيل فيما بين (صفر الى + ٦٠) .

أما الأسلوب الذى اتبعه " كوبين " و " جايجر " لتصنيف انواع المناخ ، فيأخذ فى اعتباره سقوط الامطار السنوى ، ومتوسط درجة حرارة ادفأ الشهور وأبردها ، ومعدل الرطوبة ، وخصائص الموسم الجاف .

وبالنسبة لكل منطقة ، تلخص هذه المعلومات ويعبر عنها فى حروف رمزية . وحين نطبق هذا الاسلوب على اسرائيل نجد معظم المنطقة الجنوبية من النقب تندرج فى نطاق المناخ الجاف (يرمز له بحروف (B W N S) الذى يعنى ان المنطقة صحراء حارة ذات امطار شتوية ، ومن ناحية أخرى فان معظم النقب الشمالى يندرج فى نطاق مناخ اقليم الحشائش الى مناخ الحشائش الحارة ذات المطر الشتوى .

ولا يراعى اى نظام من هذين النظامين مدى التباين فى سقوط الامطار ، وهذا عنصر بالغ الاهمية فى موضوع الصحراوات لان امطارها شديدة الذبذبة ، ولا يمكن التنبوء بها . ويمكن استخدام أساليب عديدة لقياس هذه الذبذبة فى السقوط ، ومن الاساليب الشائعة فى القياس نسبة التباين (حاصل قسمة التباين) وهى نسبة المعدل السنوى الأقصى لسقوط الامطار الى المعدل السنوى الادنى لها . وهذه النسبة لصحراء النقب شديدة الارتفاع (٥ ـ ٨) اما نسبة حيفا فهى ٤ / ٣ ، ونسبة جرينتش ٢/٨ .

ويعرف عالم التربة انواع التربات فى الصحراء بانها غير ناضجة وفقيرة فى المادة العضوية ، عالية الملوحة فى أحيان كثيرة ، وغنية عادة بالجبس (الجص) . اما بالنسبة لعالم الجغرافيا وعالم الجيولوجيا ، فهناك ثلاث ظواهر من جملة أشياء أخرى تميز الصحراء : وهى البريق الصحراوى ، والارضية الصحراوية وانكماش الهواء . وغالبا ماتكون صخور الصحراء وحجارتها مكسوة بطبقة سوداء لامعة تسمى اللمعان او البريق الصحراوى وتغطى المساحات الصحراوية الشاسعة بالحجارة والحصباء التى تكون الارضية الصحراوية (او الرصيف) الصحراوى اما الانكماش اى انتقال الرمال والتراب بواسطة الرياح والتعرية بالرياح ، فتقوم بدور هام فى تعرية السطوح الصحراوية .

ونجد ان عالم النبات يدرس ظاهرة النبات التى تجمع ـ بشكل غير مباشر ـ بين جميع خصائص المناخ والتربة .

والصحراء بالنسبة لعالم النبات تتميز بندرة النبات ، والافتقار شبه الكامل الى

الا شجاره باستثناء الطحالب والشجيرات الصحراوية فان الصحراء تحتوى على مساحات شاسعة خالية من النباتات . اما النباتات الدائمة فهى توجد فى مواقع متباعدة ومتناثرة ، وان كان نمو احواض الاودية قد يكون غزيرا ولكنه مقتصر على هذه المناطق المحدودة (نباتات محدودة) .

والآن ، اذا عنّ لنا ان نلخص هذه المداخل والمناهج العديدة ، فاننا نقترح التعريف التالى للصحراء . الصحراء منطقة يكون فيها مقياس الرطوبة منخفضا اى — ٤٠ وتتميز كذلك بمناخ جاف بحسب المعادلة المناخية عند "كوبين" ونسبة سقوط الأمطار شحيحة وعالية الذبذبة مع نسبة تباين تصل الى خمسة درجات أو أكثر . وفى ظل هذه الظروف تكون الترباث غير ناضجة ، ونظرا لان النبات يجمع بين كل هذه العوامل فسوف يكون قليلا ومحدودا . اما الارضية الصحراوية او الرصيف الصحراوى والبريق الصحراوى فهى ظواهر عامة وظاهرة الانكماش اوضح ما تكون .

وبهذه الخلفية يمكن ان ننظر الى بعض الظروف المناخية الخاصة بالنقب ونرى السبب فى اننا نعتبرها من الصحراوات . وقد سبق ان أشرنا الى ان مقياس الرطوبة وتصنيف كوبين يدلان على ان النقب ينطبق عليها الشرطان الاولان لتعريفنا . اما الاشتراط الثالث فيقضى بان يكون سقوط المطر شحيحا ومذبذبا وان نسبة التفاوت خمس درجات أو أكثر .

ولا تسقط الامطار فى اسرائيل الا فى الشتاء . وفصول الصيف طويلة وجافة وحارة ويرتبط سقوط الامطار بالمنخفضات (اى انخفاضات الضغط البارومترى) التى تحدث فى فصل الشتاء فوق البحر المتوسط المركزة فوق منطقة قبرص .

وفى الصيف ، تتجه هذه المنطقة نحو الارتفاعات التى تفرض الجفاف على اسرائيل والنقب ، وتوضح خريطة سقوط الامطار فى اسرائيل ان المتوسطات السنوية فى منطقة النقب تتراوح بين ٢٥ — ١٠٠ ملليمتر على حين نجد ان المتوسط فى اسرائيل الشمالية أعلى بكثير اذ يصل الى ٩٠٠ ملليمتر او أكثر فى الجليل الاعلى .

اما تناقص معدل التكثيف السنوى من الشمال الى الجنوب فى اسرائيل فهو يرتبط بمسافة بعد المناطق عن مركز المنخفض الشتوى من شرقى البحر المتوسط ، فالمنطقة الأكثر بعدا عن مركز المنخفض ، تقل كمية المطر التى تتلقاها ، والنقب ابعد نسبيا عن مركز المنخفض ، ولا تتلقى الا قدرا من المطر أقل مما يسقط على الشمال .

على ان هناك حوادث نادرة للمنخفض جنوبى قبرص ، وفى هذه الحالات ، تصبح النقب أقرب الى مركز المنخفض . وقد سجلت معدلات قصوى لسقوط الامطار فى سيناء والنقب . وتؤكد مقارنة سقوط الامطار السنوى فى النقب ظاهرة عدم الذبذبة العالية فى سقوط الامطار على منطقة النقب ، فخلال السنوات التسع الاولى من مشاهداتنا فى منطقة (شيفتاه) والواحه ، تعرضنا فى عامين متتاليين لعام جفاف شديد ، أعقبه عام من أكثر الاعوام مطرا سبق ان سجلناه . وكان عام الجفاف الشديد هو عام ١٩٦٢ — ١٩٦٣ (حين سجلونا ٢٤٫٨ ملليمتر فى منطقة (الشيفتا) ٢٥٫٦ ملليمتر فى منطقة أفدات ، وفى العام التالى ، كدنا نغرق فى المياه حين هطلت على (أفدات) كمية من الامطار بلغت ١٥٢٫٩ ملليمتر ، وعلى منطقة (شيفتا) ١٤٥٫٣ ملليمتر .

وثمة نوع مغاير من الذبذبة نطلق عليه اسم ظاهرة تبعثر المطر ، تتضح حين نقيس معدل سقوط الامطار فوق منطقة معينة خلال عاصفة مطرية واحدة . ولقد وضعنا فى منطقة أفدات (٢٠) مقياسا للمطر فوق منطقة مساحتها (١٠) هكتار من أجل دراسة هذه المشكلة . وكان أعلى قياس يبلغ ٣٫٥ ضعفا لادنى تسجيل لنفس اليوم .

كما أجرينا دراسة على عدد الأيام المطرة فى العام التى تسود منطقة النقب وتدل الارقام ان هناك متوسط ١٦ يوما مطيرا فى السنة فى مرتفعات النقب ، يزيد معدل سقوط الامطار فى ١٢ منها على ملليمتر واحد ، وفى ثلاث منها يزيد معدل سقوط المطر على (١٠) ملليمترات .

ولا يتوقع سقوط مطر يصل الى (٢٥) ملليمترا فى اليوم الواحد الا مرة كل عامين ، ولا يحتمل سقوط مطر يصل الى (٥٠) ملليمترا فى اليوم .

وفضلا عن ذلك فان أكثر من (٨٠ ٪) من سقوط الامطار فى الأيام المطيرة لا يحدث فى شكل زخات خفيفة تقل عن عشرة ملليمترات .

وبالاضافة الى الخصائص الواردة فى تعريفنا ، فان لصحراء النقب — بشكل خاص — ثلاث خصائص مناخية أخرى . فالقيم (المتوسطات) السنوية للبخر (بالملليمتر) من المياه من مسطح مائى بكشف (المبخر النموذجى لمكتب الارصاد الجوية الامريكى طراز أ) وكذلك من متوسط الرطوبة النسبية ، بحسب النسبة المئوية ، باعتبارها مؤشرا يدل على جفاف الهواء ، ومجمل الاشعاع الشمسى ووزن الصحراء الحرارية بالكيلوجرام الواقعة على كل

سنتيمتر مربع من سطح الارض فى السنة ، باعتبارها مقياسا للطاقة المنبعثة من الشمس .

وتتحرك متوسطات البخر فى شمال اسرائيل بين ١٣٠٠ - ١٦٠٠ ملليمتر ، اما فى النقب ، وباستثناء المنطقة الساحلية فهى تتراوح بين ١٧٠٠ - ٢٧٠٠ ملليمتر . اما متوسطات الرطوبة النسبية والاشعاع الشمسى فهى تتراوح بين (٦٥ ٪ - ٧٥ ٪) ، ١٨٢ سعرا حراريا (كيلوجرام) على السنتيمتر المربع ١٩٥ - ٢٠١ كيلوجرام سعر حرارى على السنتيمتر المربع فى العام او أكثر فى منطقة النقب .

وتميز كل هذه البيانات النقب باعتبارها صحراء ذات منسوب شديد الانخفاض من حيث المطر ، ورطوبة نسبية منخفضة ، واشعاع شمسى عال ، وطاقة عالية للبخر ، فدرجات الحرارة التى تقاس بآلات موضوعة داخل ستارة معيارية لقياس الظواهر الجوية وضعت على ارتفاع مترين تقريبا فوق سطح الارض ، وهى على اى حال لا تدل على درجات الحرارة الموجودة على السطح او ما فوقه مباشرة حيث تنمو المزروعات .

وقد قمنا بقياس درجات حرارة الأرض فى منطقة (افدات) ووجدنا ان هذه الدرجات الحرارية تنخفض دون نقطة التجمد خلال ١٥ - ٢٠ ليلة كل عام بحيث تهبط الى متوسطات - ٤° الى - ٥° درجات مئوية ، وهذه حقيقة بالغة الاهمية تؤثر فى نمو النباتات فى الظروف والأحوال الصحراوية ، وفضلا عن ذلك وجدنا اننا نستطيع أن نقسم النقب الى اقاليم مناخية فرعية والاقاليم الرئيسية الثلاثة هى الاقليم الساحلى وأقليم الهضبة ، واقليم ايلات .

ومناخ اقليم الشريط الساحلى شبه صحراوى ويتصف بمواسم شتاء معتدلة ، ومواسم صيف حارة ويحد هذه المنطقة البحر المتوسط من الغرب ، ولهذا تأثير ملطف على المناخ الصحراوى . وفى هذه المنطقة المعروفة باسم (نير اسحق) نجد أعلى متوسط للرطوبة النسبية ، وأقل مجمل للبخر ، ومقياس للجفاف (نسبة مجمل البخر السنوى الى مجمل كمية الامطار السنوية) وأقل اختلاف بين درجات حرارة أكثر الشهور حرارة وأكثرها برودة (١٣,٤° مئوية) اما مجمل البخر السنوى فهو شديد الانخفاض ، اى حوالى ٢١٠٠ ملليمتر ، الذى جرى قياسه بمقياس بخر (بيعش) .

اما مرتفعات وسط النقب فيسودها مناخ الصحراء المعتدلة التى تمتاز بفصول شتوية باردة ، وفصول صيفية دافئة . وتعتبر منطقتا " متزباح رامون " وافدات نموذجين

لهذه المنطقة . اما متوسطات مجمل البخر السنوى ، ومقياس الجفاف ، فهى أدنى بكثير بالنسبة لمتوسطات الصحارى الحارة ، وان كانت بالرغم من ذلك أعلى بكثير من منطقة (نير اسحق) ومنطقة (بئر سبع) ومتوسطات درجات الحرارة فى الشهور الاربعة من السنة تنخفض عن خط ١٥° مئوية . اما متوسط درجات الحرارة فى أكثر الشهور برودة فهى الادنى من كل المحطات الواردة ، ونجد ان متوسط الحدود الدنيا لدرجات الحرارة تكاد تقارب درجة حرارة الصفر فى هذه المنطقة . ويبلغ مجمل البخر السنوى (٣٠٠٠) ملليمتر على الأقل .

اما مناخ منطقة ايلات ، فهو يمتاز بموسم جفاف يمتد طوال العام ، وبمتوسط سنوى لدرجة الحرارة شديد الارتفاع وهو متوسط أشد شهور السنة حرارة ، ومعدل سنوى شديد الانخفاض فى مقدار الرطوبة النسبية ، ومجمل شديد الارتفاع فى منسوب البخر ، ومقياس الجفاف ، ونسبة شديدة الانخفاض فى سقوط الامطار .

ولا يوجد شهر واحد يقل فيه متوسط درجة الحرارة عن ١٥° درجة مئوية . كما ان متوسط درجة الحرارة الدنيا لا يهبط عن (٥°) درجات مئوية ، ولا يتعرض اطلاقا لخطر التجمد ، ولذلك فان منطقة ايلات وهى نموذج لمنطقة عرابة الجنوبية تعتبر ، من الوجهة المناخية ، صحراء حارة ذات فصول شتوية معتدلة ، وفصول صيفية حارة ، اما فارق درجة الحرارة بين أكثر شهور السنة حرارة وأكثرها برودة فهو ١٩,٩ درجة مئوية ويتناسب مع هذا التصنيف ويصل البخر السنوى الى حوالى (٥٠٠٠ ملليمتر) فى العام . اى بما يعادل ضعف نفس المعدل فى المنطقة الساحلية شبه الصحراوية .

وقبل ان ننتهى من هذا البحث لمناخ النقب لابد ان نذكر ظاهرتين نموذجيتين : سقوط الندى وهبوب الخماسين وما يعرف برياح " شاراف " باللغة العبرية " ، ونتناول أولا مشكلة (الندى) وقلما يناقش علماء البيولوجيا مشكلة وجود النباتات والحيوانات فى ظروف سقوط الامطار فى أدنى حدودها ومعدلاتها . تظهر مشكلة (الندى) باعتباره مصدرا للمياه ، وان كل من لاحظ او شاهد مثل هذا (الندى الصحراوى) سوف يفهم بسهولة لماذا يعتبر ذا أهمية بيولوجية كبيرة ، اذ انه بعد ليلة زاخرة بالندى تغطى أشجار الطرفاء (شجرة نحيلة الأغصان) بغصونها وأوراقها بحبات النقاط الثقيلة التى تسهل مشاهدتها وهى تلمع فى شمس الصباح المبكرة وبذلك تبلل حشائش الصحراء القصيرة ، وكذلك النباتات السنوية الصغيرة . ويظهر سؤالان هنا : ما مدى

تكرار حدوث الندى فى الصحراء ؟ وماهى كمية المياه التى ينتجها ؟

وقد أوضحت المعلومات التى استقيناها من منطقة أفوات بما يثير الدهشة حدوث عدد كبير من الليالى الزاخرة بالندى ، وكذلك مقدارا سنويا كبيرا من الندى كما تبين لنا ان الندى قد تكون بكميات كبيرة بالقرب من التربة ، وفوق التربة يزيد على مايكون على ارتفاع متر فوق سطح الارض . وقد حدثت أثقل كمية من الندى خلال شهور سبتمبر واكتوبر ، ونوفمبر ، وأخف كمية فى شهر ابريل ، ومايو ، اما المياه المنتجة سنويا بفعل الندى فقد تبلغ ٣٢ ملليمترا ، ومن ناحية أخرى فان الكمية المتكونة فى الليلة الزاخرة بالندى محدودة ، بل انها لاتصل فى أكثر الليالى امتلاء بالندى لاكثر من ٠ر٣٥ مم بيد انه يتوافر لنا سجل عظيم من سقوط الندى عام ١٩٦٢ ـ ١٩٦٣ ، حين تجاوزت كمية الندى السنوى فى منطقة أفوات معدل سقوط الامطار سنويا وكان الندى فى ذلك العام يقدر بـ ٢٨ر٤ ملليمتر ، وسقوط الامطار ٢٥ر٦ ملليمتر . وسوف نبحث فى الفصلين السادس عشر والسابع عشر اهمية ظاهرة (الندى) لحياة النبات .

والخماسين هى رياح صحراوية جافة تطلق عليها اسماء مختلفة فى الشرق الاوسط ، وهى تهب فى اسرائيل من اتجاه شرق الجنوب الشرقى بعد أن تكون قد عبرت صحراء شبه الجزيرة العربية ، وصحراء شبه جزيرة سيناء ، وهذه الرياح على درجة من الجفاف فالرطوبة النسبية تنخفض فيها انخفاضا حادا ، اى دون عشر درجات مئوية بشكل عام ، ودرجات الحرارة شديدة الارتفاع . وقد تبلغ ٤٢° مئوية أو أكثر فى منطقة (أفدات) وقد سجلت درجات حرارة فى وادى " عرابة " بلغت ٤٨° درجة مئوية .

وبيان درجات الرطوبة فى الجو (الهيجروجرام) يدل على مايحدث فى أيام الخماسين . وقد بدأت رياح الخماسين يوم الأربعاء ٢١ اكتوبر ١٩٦٤ ، وبلغت ذروتها فى يومى الجمعة والسبت التاليين . وفى يوم الجمعة ٢٣ اكتوبر بلغت درجة الرطوبة النسبية لفترة وجيزة جدا (١٠٠ %) فى الساعة الثامنة مساء ، على حين انها انخفضت عند الظهر فى اليوم التالى الى (١٠ %) ، وفى الساعة الثامنة مساء لم تتجاوز ١٨% .

والتأثير الفسيولوجى لرياح الخماسين على الانسان والنبات والحيوان بالغ الشدة ، وتطرح رياح الخماسين تحديا خاصا لجميع الكائنات الحية فى الصحراء .

الفصل الخامس

اشكال الأرض ومظاهر السطح

لا يمكن لكائن ان يبقى حيا الا اذا تفاعل وتكيف باستمرار مع البيئة ، التى تشمل مجموعة متكاملة من العوامل مثل : التربة ، والمياه ، والجو ، والضوء ، والاشعاع ، ودرجة الحرارة ، والرياح ، والرطوبة ، وهكذا .

والبيئة الخاصة التى يعيش فيها كائن او مجتمع خاص تسمى فى عرف علم البيولوجيا الموطن ، او البيئة الحيوية ولما كانت الصحراء تحتوى على النباتات ، والحيوانات والانسان (الموطن الصحراوى) فهى تتألف من مواطن كثيرة شديدة التباين . والمواطن بالنسبة لعالم الجغرافيا هى اشكال الارض مثل الاودية ، والمنحدرات ، والجروف ، والصدوع ، والشقوق ، وما شابه ذلك . ويكون مجملها مظهر السطح (اللاندسكيب) فى موقع محدد . وان الشكل والتربة ، والطبوغرافيا والتركيب الجيولوجى ، والتكوين الصخرى لمظاهر السطح كلها عوامل تؤثر فى حياة جميع الكائنات ، ويصدق هذا بشكل خاص على الصحراء ، حيث يعجز النبات الشحيح النادر عن حماية الكائنات الحية من الظروف الخارجية القاسية .

ولا يشذ الانسان عن هذه القاعدة بالرغم من الاساليب والطرق التى ابتدعها والتى يمكن ان تحرره ـ الى حد ما ـ من القيود البيئية ، وذلك بتمكنه من خلق اشكال الارض الصناعية الخاصة به . ولقد تكيف تطور الانسان فى الماضى ، وكذلك سلوكه الاجتماعى ، وتاريخه الى حد كبير عن طريق نوع مظهر السطح الذى عاش فوقه .

وبين ثقافات وحضارات الاسكيمو فى الشمال القطبى حتى الحضارات الافريقية فى الاحراش الاستوائية نجد انواعا متباينة من الشعوب والامم والقبائل ، وكلها تعكس ظروف بيئاتها ، وكلما ازدادت قسوة الظروف ازداد وضوح تبعية الانسان واعتماده على بيئته وتعاظمت ضرورة تكيفه معها .

وتتيح لنا الزراعة الصحراوية القديمة فى النقب نموذجا (كلاسيكيا) لعملية التكيف، ولم يتمكن الانسان من الزراعة فى الصحراء الا بمواءمة مشروعاته مع مظاهر السطح، وتكييفها مع اشكال مناسبة من الأرض. ولابد لنا من التعرف على اشكال مناسبة من الأرض، ولابد لنا من التعرف على أشكال الارض الصحراوية وتكوينها وأصولها وتفهم القوى التى تغيرها باستمرار من أجل ان نفهم الوطن الصحراوى فهما كاملا .

ومظهر السطح مثله مثل الكائن الحى ليس بالظاهرة الثابتة، وان كانت التغيرات أبطأ من ان تدرك خلال الحياة القصيرة لانسان واحد، فمظهر السطح هذا وحدة ديناميكية لها تاريخها وتطورها الخاص. وهناك أيضا تفاعل بين القوى أى العوامل الخارجية مثل المياه، والرياح، وبين العناصر الداخلية لطبيعة صخورها وتكويناتها الجيولوجية التى تحدد معا تطورها . كما ان عامل الانتخاب الطبيعى الذى يعتبر من خصائص تطور الكائنات، يفعل فعله فى تكوين مظهر السطح .

وسوف نصف بادىء ذى بدء الاحوال الجغرافية الطبيعية لمنطقة النقب .

يتخذ النقب شكل المثلث المتساوى الضلعين (متساوى الساقين)، قاعدته تجاه الشمال، بحيث تجرى او تمتد من نقطة بالقرب من غزة على ساحل البحر المتوسط الى شواطىء البحر الميت . ومن هاتين النقطتين، يمتد ضلعا المثلث حوالى ٢٠٠كم جنوبا الى رأس المثلث عند ايلات، عند الطرف الشمالى لخليج العقبة . وتجاه الغرب تلتقى حدوده تقريبا مع صحراء سيناء، وتجاه الشرق تلتقى مع المملكة الاردنية، وتجاه الشمال الغربى تلتقى النقب تدريجيا مع السهل الساحلى لشمال اسرائيل او ما يعرف باسم شيفيلا وتجاه الشمال تلتقى النقب بتلال يهودا وصحراء يهودا بدون اى خط واضح للحدود . كما ان حدود الجنوب الغربى غير واضحة المعالم، اذ ان النقب وصحراء التيه فى شمال سيناء تكون وحدة جغرافية وجيولوجية . ولا تتميز بوضوح سوى الحدود الشرقية، فهى تتمثل فى وادى عرابة الاخدودى الضيق شديد الانحدار الملىء بالصدوع، وهو فيصل بين النقب ومرتفعات ايدوم .

ومن الوجهة الجغرافية الطبيعية، فان المثلث الواسع الذى يتمثل فى النقب والذى يحتل حوالى ١٢,٥٠٠ كيلو متر مربع (حوالى ثلاثة اخماس دولة اسرائيل) يتألف من أربع مناطق رئيسية : النقب الشمالى، والنقب الاوسط، والنقب الجنوبى، ومنطقة عرابة . اما النقب الشمالى وقلبه مدينة (بير سبع) القديمة والحديثة فيصرف ماءه،

فى البحر المتوسط والبحر الميت . والنقب الاوسط وقلبه اطلال مدينة عبدات القديمة يتألف من أحواض عدد من الأودية الكبيرة التى تصرف ماءها فى منطقة عرابة .

وهذه الاودية من الشمال الى الجنوب هى : ناحال "تسين" (وادى الفقراء) وناحال "نيكاروت" وادى سيق) وناحال "باران" (وادى جيرافى) وناحال "هيون (وادى خيجانى) .

أما النقب الجنوبى الذى يمكن ان نطلق عليه تبعا لعصره الجيولوجى وتكوينه الصخرى نقب ما قبل "العصر الكمبرى" والصخور النارية المتحولة (انظر الفصل السادس) فهو الامتداد الشمالى الشرقى لمرتفعات جنوبى سيناء . ثم نجد أخيرا منطقة عرابة التى هى شريط طويل ضيق يمتد من مدينة ايلات على خليج العقبة الى عين غيدى على البحر الميت .

وهذا التقسيم للنقب تقسيم عام، ويتحتم ان نقسم النقب الشمالى والنقب الاوسط الى اقاليم فرعية اضافية، لكل منها طبوغرافيته وتربته ومناخه ونباته .

١ ـ النقب الشمالى

أ ـ الشريط الساحلى

هذا الاقليم الفرعى شريط ضيق حيث يتاخم النقب البحر المتوسط جنوبى غزة، وهو يتألف اساسا من كثبان رملية حديثة متحركة وشبه متحركة، ومن حقول رملية، ومواد ترسبت بعد ان نقلتها السيول فى الأودية التى تصرف مياهها فى البحر المتوسط . وهذه الرواسب الطميية تكون تربات بنية جافة، تمتاز بالخصوبة حين تروى . أما الطبوغرافيا فهى مستوية نسبيا، والنباتات السائدة تمثل شجيرتين هما : الشجيرة المعروفة باسم شجيرة المكنسة البيضاء . والشجيرة المعروفة باسم ساجبرش ونوعين من الحشائش هما : بوشجراس وحشائش الزوان .

ب ـ السهول الشمالية الغربية وسفوح التلال

ويحتوى هذا الاقليم الفرعى على اطلال مدينة شيفتا القديمة (السوبتية) و"نيتزانا" و"نيسانا" و"تلعوجة" وخالوتزا" و"الخلاصة" و"العلوسا" و"الروخيبة" و"رحبوت هانقب" وهى منطقة

تشمل سهولا مطوية مستوية ، تتسع فى عرضها لتبلغ ٣٠ ــ ٦٠ كيلومترا ، تفصل بينها التلال والجروف ، كما تتألف اساسا من صخور عصر الايوسين وبدرجة أقل من الحجر الجيرى من عصر السيمومانيان وعصر " السنيونيان " وكذلك من الطباشير المتداخل مع طبقات وركامات الصوان الاسود ، ويتراوح ارتفاع هذه المنطقة من (٢٠٠) الى (٤٥٠) مترا فوق سطح البحر ، ويقطع هذه السهول عدد من الاودية الكبيرة التى تستمد منابعها من المرتفعات الوسطى ، مثل ناحال بير سبع وناحال " لافان " وادى عابيار وتصرف مياهها فى البحر المتوسط .

اما تربة الجزء الاكبر من المنطقة ، وبخاصة السهل الجنوبى لبير سبع فتتكون من الطفل الرملى الدقيق الحبيبات ذى اللون الرمادى المائل للاصفرار أى الاصفر المائل للبنى ، وتغطى هذه الحبيبات كل مظاهر السطح ، وتبلغ فى عمقها أحيانا عدة أمتار . وهى تستقر ــ بشكل غير ثابت ــ كجسم غريب ــ على قاع صخرى دون أى انتقالات الى الحجر الجيرى السفلى . وهذا الفصل المميز بين القاع الصخرى والتربة يدل على ان التربة لم تتكون فى موقعها بفعل تجوية الصخر الأساسى (وهو حجر جيرى فى العادة) كما انها لاترتبط بها الصخر من حيث النوع . وهذه الرواسب المسماة بالطفال متجانسة ، وغير مرتبة طبقيا ، وتتألف غالبا من رمل شديد النعومة وجزئيات طفلية . وتظهر هذه التربة على خريطة التربة فى صورة تربة صحراوية طفلية رمادية اللون أو تربة طفلية جافة بنية اللون ، ويحتاج اصطلاح (طفال) الى شىء من التوضيح ، اذ لايتشابه الطفال عندنا والطفال المعروف فى شلل اوربا واوكرانيا او الولايات المتحدة ؛ لكن هذه الانواع كلها تشترك فى صفات واحدة فهى ناتجة عن هبوب الرياح أى تحملها الرياح فى أصلها ونشأتها ، وهى تتكون من تربة ناعمة وجزئيات ترابية نقلتها الرياح عبر مسافات كبيرة .

وان انخفاض فى سرعة الرياح ووجود حواجز (ميكانيكية) سوف تؤدى الى ترسب بعض التراب ، كما ان المطر يؤدى الى ترسب معظم الجزئيات ، وهذه الجزئيات تتراكم كرواسب متزايدة بشكل بطىء فى المناطق التى يكون فيها النبات كافيا لمنع تطاير التراب مرة أخرى بعد الترسب . وربما تحمل هذه الرواسب مرة أخرى الى مكان آخر ، وعلى النطاق المحلى ، فهى تنحدر اسفل المنحدرات وتتراكم فى منخفضات فى شكل ترسبات اكثر سمكا مما هى عليه فوق المنحدرات . اما على النطاق الواسع فهذه الترسبات تحمل بفعل مجارى السيول ، ثم تترسب على السهول الفيضية حيث تحملها الرياح مرة أخرى .

وتختلف تكوينات الطفال المتنوعة فى اصلها وتتابعها الزمنى . والرأى بصفة عامة ان مصدر طفال النقب هو صحراء سيناء حيث تؤدى عملية التجوية الى الامداد المستمر بالجزئيات الترابية .

ومن ثم فان النقب الشمالى ، والنقب الاوسط منطقة صحراوية هامشية حيث يترسب فوقها (الطفال) . ويمكن ملاحظة مناطق رواسب طفالية مماثلة فى اماكن اخرى من العالم ، مثل التركستان ، وآسيا السوفيتية ، وصحراء جوبى وشمال الصين . ويحدث انتقال التراب فى الوقت الحاضر مثلما كان يحدث فى الماضى سواء فى هذه المناطق ام فى أرض النقب . وكل من تعرض لعاصفة ترابية هوجاء فى النقب تؤدى الى انخفاض مدى الرؤية الى بضعة سنتيمترات ، يمكن ان يتأكد ان هذه العمليات لا زالت تحدث الى اليوم . وعلى النقيض من ذلك نجد المنشأ والتتابع الزمنى (للطفال) فى اجزاء كثيرة من اوروبا والولايات المتحدة ، فخلال العصر الجليدى (عصر البلايستوسين) كانت الرياح التى تهب فوق الركامات الحجرية المجروفة من الانهر الجليدية والخالية من اى نبات عند حواف الانهر الثلجية الهائلة (فوق الاراضى التى تبلغ درجة من البرودة لا تسمح باعاشة النبات ــ كانت هذه الرياح تنقل الجزئيات الدقيقة فى حركة (انكماشية) وترسبها فوق اماكن اخرى (طفال قبل جليدى) وبتراجع الانهر الجليدية ، توقفت هذه العملية . ومن ثم فان هذا النوع من الطفال هو نوع من التربة الحفرية لم يعد يتشكل او يتكون .

وطفال النقب ليس متماثلا ، لكنه يتخذ عددا من الاشكال ، اما طفال سهل بير سبع فيكاد يكون رواسب هوائية (اى رياحية) فى معظمه . وكلما اقترب من الكثبان الرملية او الحقول الرملية يصبح (طفالا رمليا) لان الرياح تخلطه بجزئيات الرمل . وهذا يصدق مثلا على التربة الموجودة بالقرب من مستعمرة ريفيفيم التى تقع جنوب شرق منطقة ممتدة من الكثبان الرملية الداخلية . وفى المرتفعات الوسطى والتخوم الجنوبية الشرقية للسهول الشمالية . تراكم " الطفال " بشكل اساسى فى قيعان الاودية والمنخفضات . على حين نجد التلال والهضاب والمنحدرات الجبلية عارية من هذا الطفال اما طفال قيعان الاودية فهو مزيج من الطفال الهوائى (الرياحى) والطفال (الفيضى) وهو يتكون جزئيا من الطفال المعاد نقله بواسطة الرياح من السهول الشمالية ، ومن جزئيات الطمى الناعمة المنقولة بواسطة الرياح ومياه السيول من المنحدرات المحلية المجاورة . وبسبب طاقة هذا الطفال فى استيعاب المياه اى قدرته على اختزان المياه فهو يكون تربات عالية الخصوبة حين تتوافر المياه . وهذا يصدق بصفة خاصة على الطفال

الرملى ، فيسهل تسرب المطر الى اعماق ابعد ، ومن ثم لا تضيع بالبخر سوى نسبة مئوية محدودة من رطوبة التربة . وهذا يساعد على ايجاد غطاء نباتى اوفر ، يزداد رسوخا فى مناطق الطفال الرملى .

اما المنطقة المتأثرة بعوامل التعرية حول مدينتى (نيتزانا) و (شيفتا) القديمتين على سفوح التلال الشمالية الغربية للمرتفعات الوسطى فتختلف اختلافا كبيرا عن الاجزاء الاخرى للمنطقة . وهنا نجد ان مياه السيول قد قطعت فى بعض الاماكن الوهاد والاودية والاخاديد من الهضبة الهوائية الفيضية الاصلية كما ان مياه السهول ملأت فى اماكن اخرى المنخفضات بالتربات المنقولة مرة اخرى . اما بقية المنطقة فهى مغطاة بتربة صحراوية كلسية منحلة ذات لون بنى رمادى وعلى درجة من الملوحة (٠ر٥ % الى ٣ر٥ % من مجمل الاملاح المذابة ، كما انها مليئة بالحصباء (٢٠% – ٩٠% من الحصباء) وهذه التربة مثلها كمثل معظم التربات الصحراوية تربة غير ناضجة ، لانها لاتزال تحتفظ بطبيعة الصخر الاصلى التى اشتقت منه . وتغطى جوانب التلال والاراضى المستوية بالحصباء واجزاء الصوان ، ويسمى علماء الجيولوجيا هذا الغطاء عن جدارة (الارضية الصحراوية) (الرصيف الصحراوى) وسوف نبحث هذه الظاهرة بالتفصيل فيما بعد .

وتحتوى هذه المنطقة او هذا الاقليم الثانوى على تركيبين من الرمل الصحراوى (الحقول الرملية) والكثبان الرملية الداخلية الشاسعة فى المناطق الصحراوية مثل الصحراء الكبرى وصحراء الربع الخالى – موجودة بنفس الكيفية فى قطاع واحد فى مرتفعات النقب ، وفى البقع المنعزلة لمنطقة عرابة الجنوبية .

ونحن لا نعرف على وجه التحديد الصيرة التى كانت عليها النباتات الاولية للسهول الطفلية ، لان الاستخدام او الاستغلال الزراعى للمنطقة قد حطم منذ امد بعيد غطاءها النباتى ، ومن الواضح ان هذا الغطاء النباتى كان فى الاصل من نوع الحشائش الايرانية الطورانية . واذا تركت هذه المناطق دون زراعة فانها تنتج نباتات شبه طبيعية فى صورة اعشاب عناصرها الاساسية نبات السكران الصحراوى واسمه العلمى Hyos - Cyamus Muticus
ونبات فى صورة حشائش صفراء واسمه العلمى (At Chillea) وتظل الرائحة النفاذة لهذا النبات الاخير باقية بعض الوقت فى الهواء اذا سارت فوقه احدى السيارات

أما فى المناطق الرملية فنجد نفس المجموعة النباتية هى التى تسود ، مثلها فى ذلك مثل المنطقة الساحلية مع تفوق واضح للحشائش الاحادية البذر ، وتحمل التربات الصحراوية الصخرية الضحلة ، واحدة من اهم ثلاثة مجتمعات نباتية فى صحراء النقب وهى تتألف اساسا من الاعشاب القزمية وبصفة خاصة من نبات ال Bean Caper الى جانب نبات الروموريا
الذى يفرز سائلا ملحيا وتغطى أوراقه ببلورات ملحية صغيرة ، اما فى المناطق الفيضية الطفلية الهوائية فنجد ان الشجيرات الملحية المفصلية واسمها العلمى ...... Salt Wood ...... هى النبات السائد الى جانب حشائش ويشية تتمايل خوافيها الريشية البيضاء الطويلة حين تحركها الرياح كما لو كانت امواجا بيضاء تغطى الارض ...

٢ – النقب الأوسط

أ – المرتفعات الوسطى :

تغطى هذه المنطقة الفرعية الجبلية حوالى ٢٠٠٠ كيلو متر مربع وتحتوى على أطلال مدائن (قرنب " العتيقة (مشبت مبيس) و (عبدا) وتحتوى على مدن حديثة هى ديمونا ، وتل يروخام ، و " متزباح رامون " . وهى مكونة من سلسلة من الجروف والأودية التى تمتد فى اتجاه الشمال الشرقى والجنوب الغربى ، وتتراوح الارتفاعات فيها بين ٤٥٠ مترا ، ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ، وأعلى منطقة فيها هى (هار رامون) (١٠٣٥ م) وتتميز الجروف بانحدارات خفيفة تواجه الشمال الغربى مع سفوح شديدة الانحدار نسبيا تواجه الجنوب الشرقى . اما الاودية الرئيسية بين الجروف المرتفعة فتصريفها يتجه الى البحر المتوسط والبحر الميت . ويتلاصق هذه الاودية سهول فيضية ضيقة نسبيا ، وهناك بعض السهول الواسعة حيث لم تقطع الأودية الارض الى منسوب مستقر القاعدة بالقرب من خطوط تقسيم المياه . وتتألف الطبقات الصخرية المكشوفة من حجر جيرى من عصر الايوسين فى الجنوب الشرقى ، ومن عصر الميزوزوى (عصر الحياة الوسطى) ومن الحجر الجيرى والرملى فى مناطق أخرى . ولقد تعرض الحجر الرملى فى بعض المناطق لعوامل (التعرية) فتحول الى رمال تكون الكثبان الرملية الداخلية ، وحقول سهلية (سهول ميشور يامين) التى يمر عليها الراحل حين يسافر من ديمونا الى البحر الميت . اما النباتات المسيطرة فهى نبات " الرتم " من الفصيلة القرنية ، ونباتات أخرى من فصيلة (........ Anabasis articulata) .

بالقرب من منطقة سيدى بوكير وعبدات نجد طبقات حجرية وقطعا مستديرة من الصخر والحصى من كل الاحجام المتماسكة فى كتلة واحدة . وان نعومة مكونات هذه الكتل الحجرية المتراكمة واستدارتها تشيران بوضوح الى انها قد تضاءلت الى صورتها الحالية عن طريق نقلها فى المياه ، فتشكلت مثل الحصى الساحلى بفعل الاحتكاك الدائم ويقوم البيت الريفى فى منطقة عبدات فوق شرفة تتكون بفعل هذا الركام المتراكم . وثمة ظاهرة فريدة وبارزة فى المرتفعات الوسطى تتألف من ثلاثة فوهات بركانية (وهدات) تمتد بضعة كيلو مترات ، ويبلغ عمقها مئات الامتار وهدات محفورة فى الارض بفعل عوامل التعرية . وعندما يقف الشخص عنده حافة أكبر هذه [illegible] ، وهو ما يسمى (طوقة) رامون ويتطلع الى مركزها تقابل العين بمجموعة خلابة من الوان الطيف . وفى هذه " الطوقة " الى جانب الطوقتين الاخريين ، اكتسح عامل التعرية الطبقة العلوية التى تغطى الصخور الحديثة التكوين ، وعرى الصخور القديمة .

وعند الانتقال من الحافة الى " الطوقة) ذاتها نلقى نوعا من الحجر الجيرى حول الجزء العلوى من الصخور الشديدة الانحدار ، ثم تعبر انواع الحجر الرملى : الاحمر ، والاصفر ، والابيض من العصر الكرتياس (الطباشيرى) النوبى الادنى الى أن تصل الى منتصف الطوقة او (الوهدة) فتلقى التكوينات الجيولوجية من العصور الجوراسية والترياسية القديمة والتى يتألف كثير منها من الحجر الرملى النوبى المتعدد الالوان . وكذلك تعرت براكين خامدة منذ زمن طويل (من العصر الكرتياسى (الطباشيرى) الادنى تلك البراكين التى تدفقت انفجرت منذ آلاف السنين بحمم بازلتية سوداء . اما الجزء الاوسط فتقسمه سدود صخرية ونتوءات من الصخور النارية التى تتخلل التكوينات الرسوبية ، وتكون نوعا من التباين الشديد فيما بينها من حيث اللون والاتساق . وعلى حين يهبط الجانب الغربى من المرتفعات الوسطى هبوطا طفيفا نحو السهول الشمالية الغربية ، نجد ـ تحت الحافة الشرقية ومتاخمة لوادى عربة ـ سلسلة مقطوعة من الصخور ومجموعة لا نهاية لها من الحروف البارزة الهابطة المتعاقبة خلال الاخوار الضيقة . ولايجرى فى منطقة عربة سوى واديين كبيرين هما وادى " ناحال زين " و " وادى الفقراء " الذى يمتد مع روافده عبر وهدة رامون ، ولقد حفر هذان الواديان أخاديد عميقة شديدة الانحدار فى مرتفعات النقب بحيث اتسعا فى شكل مراوح سهلية عريضة تجاه منطقة عربة .

ويحتوى نصف الاقليم تقريبا على نفس تربات السهول الشمالية الغربية ، اما

النصف الآخر فيتألف من نتوءات صخرية ، وتربات صخرية صحراوية ضحلة ، وكذلك من تربات حصوية ، ومنحدرات ذات تربات حصباوية ، وطمى صحراوى خشن . ولما كانت التربات الحصوية تشكل الجزء الاكبر من النقب الجنوبى الرسوبى فهى أكثر الظواهر الأرضية انتشارا فى منطقة النقب كلها ، وكذلك فى صحراوات منطقة الصحراء العربية . والدليل العام لانتشار التربات الحصوية هو وجود الغطاء الحجزى (الرصيف الصحراوى) الذى يغطى سطح هذين التكوينين . ومنطقة التربة الحصوية تغطيها كتل أو اجزاء حجرية ، تظهر بنتيجة لعملية (التعرية) الموقعية . وهناك غطاء من التربة الحصوية على الاقل ، والتربة الحصوية الصخرية ، والتربة الحصوية التراكبية (المتراصة) والصخور القاعدية الواقعة تحت الحصباء الصخرية تتألف من صخور رسوبية وجارية ومتحولة اما الاجزاء الدقيقة الناتجة بفعل (التعرية) والتفتت فى القاعدة الصخرية فتنقل بعيدا بفعل عملية الاخواء التى تقوم بها الرياح .

اما الأجزاء الحجرية المخلخلة الحادة الزوايا ، والتى لا تحملها الرياح لثقلها فتبقى كما هى لتكون الرصيف الصحراوى . اما الرصيف الصحراوى للحصباء المتراصة فيتألف من احجار مستديرة ذات احجام متنوعة ناتجة عن تكوينات تراكمية متراصة تحلل منها الاسمنت الماسك للحصى الذى استدار بفعل المياه ، وذلك خلال عملية التعرية وتحمل ظاهرة الاخواء والفياضانات الجزئيات الدقيقة ، وتبقى الجزئيات الخشنة لتكون الرصيف الصحراوى ، ويشمل كل نمط من نمطى الحصباء قدرا ضئيلا من التربة ، ويوجد هذا القدر الضئيل فى ثنايا احجار الرصيف . وأفضل موقع لمشاهدة الحصباء المتراكمة بالقرب من منطقة عبدات وسيدى بوكير .

وكلما تخلل احد الاودية او السهول الفيضانية هذه الارض الحصباوية تتكون منحدرات ، وتنحدر الاجزاء او الفتات الحجرى من الرصيف الصحراوى بفعل الجاذبية .

ونطلق على مثل هذه السفوح " اشباه الحصباوات " وهى كثيرة فى سيناء ، وفى منطقة النقب التى هى صورة مصغرة من سيناء تنحصر الحصباوات فى بعض الهضاب الصغيرة نسبيا ، وذلك على سبيل المثال فى القمم الجبلية المسطحة حول منطقة (عبدات) .

اما الرصيف الصحراوى من سهول الحصى فهو لا يتكون فى موقعه . وأحجار الرصيف الصحراوى تتكون من الصوان والحجر الجيرى الصلد او الصخور الاخرى التى تقاوم التعرية . وحين يجاور سهول الحصى جبال الحجر الجيرى او الطباشيرى التى تحتوى على قواعد

صوان ، يمكن ان نتبين كيف يحدث — بعد ان تكون التعرية قد فعلت فعلها وتحللت طبقات الحجر الجيرى والطباشيرى — ان ينحدر سيل من فتات الصوان فوق السفح ليكون الرصيف الصحراوى من حصى المستقبل . والغطاء الحجرى من الحصى عادة مايغطى التربة بشكل واضح ويتألف السنتيمتر الاول او الثانى العلويان من تربة رمادية خفيفة مليئة بالحويصلات الهوائية بحيث تظهر فى شكل زبد .

وتحت الطبقة الهوائية الرقيقة نجد ان التربة الناعمة فى شكل مسحوق وعلى درجة عالية من الملوحة ، وتميل الى الحمرة فى لونها . وهذه الطبقة تغطى فى حالات كثيرة تكوينات غير منتظمة الشكل من الجبس والملح . وكلما اهتز هذا الرصيف او اختل تركيبه لم يعد يوفر الوقاية للتربة السفلية من عامل الاخواء ، ويمكن اثبات ذلك بازالة الغطاء الحجرى وتعرية التربة السفلية ، ويمكن لاى رياح مهما تكن قوتها ان تبدد التربة فى سحب من التراب .

ومن الامثلة الجيدة على مناطق الحصباء مايراه المسافر المتجه جنوبا (جنوب وهدة رامون) فى الطريق الى ايلات . فهنالك لا يرى الا حصباء سوداء مسطحة تضفى على المظهر العام للمنطقة طابعا موحشا . وعلى الرغم من ان الحصباء فى هذا الموضع تغطى بضع كيلومترات مربعة ، وتبدو شاسعة لانهائية امام المسافر — فهى لاتزيد على أن تكون فتاتا صغيرا اذا قورنت بالحصباء الموجودة فى سيناء التى تمتد مئات الاميال المربعة .

ولن ينسى من اجتاز المنطقة بسيارته الجيب او بسيارة القيادة هذا المظهر الخلاب من صحراواتنا فى حصباء سيناء . ولاسيما وقت المساء حين تلمع السهول الشاسعة ببريق اخاذ يعكس اشعة شمس الغروب . وسهول الحصى والحصباء لاتتكون الا فى ظل ظروف شديدة الجفاف ، ومن ثم فهى تعد من مظاهر السطح النموذجية فى صحراواتنا .

ونباتات سهول الحصى والحصباء فقيرة للغاية بشكل عام . ففى سهول الحصباء تنمو النباتات اساسا وسط أحجار الرصيف حيث تتراكم التربة . اما فى سهول الحصى فتنحصر النباتات فى المنخفضات حيث تتراكم الامطار . والنبات السائد هو شجيرة Anabasis articulate غير المورقة ، وفوق سفوح الحصباء والتربات الصخرية الضحلة للمرتفعات الوسطى تسود شجيرتان قصيرتان هما شجيرة Bean Caper ونباتاتها المتصلة بها ، وشجيرة Sage Brush ونباتاتها المتصلة بها ، كما ان هناك

عددا من النباتات الاخرى مثل زهرة الشمس الى جانب ثلاثة شجيرات أخرى هامة هى (Gymono Carpos Fruticosum), (Reamuria Palaestina (Boea Mucronata)
وحشائش سيناء ونبات البردى السعادى . ومعظم احجار الرصيف الصحراوى المطلى بالحصباء تتميز باللون الاسود فى شكلها الخارجى فقط ، وان كانت أقل سوادا فى داخلها . وهذا يتضح بسهولة اذا تحطمت قطعة من الحجر الجيرى من الحصباء وهذا اللون الابيض الداخلى يتناقض بشكل صارخ مع القشرة البنية المائلة للسواد . وتظهر القشرة البنية الخارجية فوق الصخور النارية والصخور الرسوبية ومنها صخور الكوارتزيت ، والحجر الرملى والحجر الجيرى ، وحجر الصوان والبازلت ، وهى تعرف باسم البريق الصحراوى وهذا البريق الصحراوى لا يقتصر على مكونات الرصيف الصحراوى بل يوجد فى كثير من الاسطح الصخرية المكشوفة . والسبب فى هذا البريق او " اللمعان الصحراوى) يعود أساسا الى اكسيد الحديد والمنجنيز ، كما انه غنى بعدد من العناصر القليلة مثل النحاس او الكوبالت . ولكن كيف يتكون هذا البريق او ذلك اللمعان ؟ ان أحد الأجوبة على هذا السؤال تقول : ان الندى (والمطر الى حد ما) يبلل الصخور ، ويتسرب جزئيا بحيث يفتت المكونات الصخرية . ومع تسخين الشمس للاحجار تتحرك المحاليل خلال الشعيرات نحو سطح الاحجار ، وأنئذ تتبخر المياه وتترك بقايا على السطح تتحول الى " بريق صحراوى) كما ان بعض المواد المكونة لهذا (البريق) قد تشتق من التربة التحتية لهذه الاحجار ، او من اجزاء من التكوينات الصخرية المجاورة ، وذلك حين يتكون هذا (البريق) فوق الصخور الموضعية . الا ان هذه العملية الفيزيائية الكميائية فى التحليل والتبخير ، والتكثيف ليست هى السبب الوحيد فى تكوين البريق او (الورنيش) الصحراوى ، فالمؤكد ان للعمليات البيولوجية نصيبا فى التكوين ، اذ ان نبات الاشنة والفطريات والطحالب القادرة على أكسدة المنجنيز والحديد ، قد وجدت حية تحت القشرة اللامعة .

ولا تحدث تكونات البريق الصحراوى هذا الا فوق الاجزاء الصخرية المقاومة نسبيا لعامل (التعرية) ، من انواع الصوان ، والحجر الجيرى المحول جزئيا الى سيليكون والذى يتسم بدرجة من الصلابة (اى الحجر الجيرى الذى يحل فيه عنصر السليكا جزئيا محل عنصر الجير) اما الحجر الجيرى الناعم غير المتحول الى سيلكا فيتحلل بسرعة لا تسمح بتكوين هذا اللمعان ، ويصدق نفس الشئ على الحجر الرملى . ويمكن (للورنيش الصحراوى) ان يتكون فوق الحجر الرملى الذى تتماسك فيه حبيبات الرمل بفعل عنصر

السيليكا ، ولكن هذا الورنيش لا يتكون اذا كانت المادة اللاصقة مكونة من الجيـــــر أو الصلصال .

وهذا اللمعان الصحراوى الاسود الموجود فوق كتل وصخور الحجر الجيرى المكشوف ـ قد اوحى عبر العصور للعديد من الرعاة والرحل لممارسة هواياتهم فى الوسم والكتابة ولقد كانوا ينقشون رسوماتهم حتى تبرز حروف الصور او النقوش الفاتحة اللون وسط تلك الخلفية الداكنة . وبمرور الوقت تصبح الاشكال والحروف والرسوم التى تقادم عليها العهد أقل وضوحا ، وفى النهاية تختفى كلها تحت اللمعان المتجدد للصخور القاعدية ، ولقد كنا نأمل فى بداية الامر ، ان نجد القشرة الخارجية للرسوم ذات الاوقات التاريخية المعروفة حتى يمكن الاستدلال بها على الوقت الذى يستغرقه تكون هذا اللمعان الصحراوى ولكن خابت آمالنا حين أثبتت الملاحظات ، ان سرعة عملية التجدد هذه انما هى مسألة معقدة لمكونات الصخور وللاحوال المناخية المحلية لذلك الموقع . ويختلف الامر اختلافا كبيرا بين ان يكون النقش الصخرى محفورا فى الظل او معرضا للشمس .

(ب) منطقة النقب الرسوبية السفلى :

باتجاه المسافر جنوبا من بير سبع الى ايلات بعد المرور على منطقة " راكيتش رامون " يدخل الى منطقة طولها (٦٠) كيلومترا من الأرض القاحلة ، وتتراوح ارتفاعاتها من ١٠٠ الى ٤٠٠ متر فوق سطح البحر . اما السهول المسطحة المنبسطة فهى مغطاة بالحصباء القاحلة التى يتخلل أنبساطها الهضاب المستديرة والشديدة الانحدار . ويتخلل هذا الامتداد الرتيب من الارض واديان كبيران هما : ناحال باران " و " ناحال هيون " اللذان يتجه تصريفهما الى وادى عربة . اما صخور الجزء الشمالى الغربى من المنطقة فهى مجموعة من الحجر الجيرى ، والحجر الطباشيرى ، والطفل الناعم ، وقواعد الصوان التى ترجع فى تاريخها الى عهد الايوسين وعهد الميزوزوى (حقب الحياة الوسطى) ، كما توجد بعض الاحجار الجيرية النوبية فى المنطقة التى تتاخم اقليم النقب الجنوبى الذى يمتاز بصخوره النارية . ونظرا لان عوامل التعرية قد أثرت فى هذا الحجر الرملى وحولته الى رمال ، نجد ان نوعين من النباتات يسودان المنطقة هما : نبات A nabosis ، ونبات Zilla Spinoza

ولقد سبق لنا وصف الغطاء النباتى لكل من المناطق الحصوية ومناطق الحصباء وثمة ظاهرة أخرى فى المنطقة ، هى ان الاودية التى تتخلل هذه الاراضى تغطيها انواع عديدة من شجر الاكاشيا والتى تزداد شيوعا وانتشارا فى اتجاه الجنوب الشرقى .

(ج) منطقة النقب الجنوبى ذات الصخور النارية

تمثل هذه المنطقة ظاهرة شديدة التناقض بالنسبة لبقية مناطق النقب ، اذ ان الجبال النارية (ذات الصخور النارية) فى جنوبى سيناء قد امتدت عبر ساحل البحر الاحمر ، ووصلت الى داخل اسرائيل ، وذلك فى مساحة ضيقة للغاية (تبلغ حوالى ٧٠ كيلومترا مربعا) الى الشمال الغربى من ايلات ، وهذه الجبال تضفى على المنطقة نفس الجلال المهيب والايحاء بالعظمة والرهبة التى تضفيها جبال سيناء : مثل جبل موسى ، وجبل (سانت كاترين) ، وجبل سربال . وعلى النقيض من الصخور الرسوبية الحديثة فى مناطق النقب الاخرى نجد ان هذه الجبال تتكون اساسا من صخور نارية ومتحولة اقدم عهدا (من عصر ماقبل الكمبرى) مثل صخور الجرانيت ذات الحبيبات الرملية والحمراء الخشنة ، وصخور الدبيريت السوداء الداكنة ، والصخر الصوانى ، والصخر المتبلور ، وحواجز من الحجر الرخامى مواليخ . ومما يشيع الحياة فى اللون الكئيب السائد فى المنطقة بعض انواع الحجر الرملى النوبى من اللون الاصفر والاحمر الذى يرجع الى مختلف الاحقاب الجيولوجية ، وحيث يزداد السطح انبساطا تتكون انواع الحصباء ، على حين تحمل احواض الاودية الضيقة الطمى الصحراوى ، ومعظمه من الحصى الخشن المتخلف عن عمليات تجوية (تعرية) الصخور النارية والمتحولة .

اما الاودية ذات الصخور الشديدة الانحدار فتكاد تخلو من الغطاء النباتى ، ولا تظهر الا بين ثنايا شروخ الصخور بعض انواع نبات الكبر ، واسمه العلمى : Capparis Cartilagnea باوراقه الخضراء السميكة الداكنة الشبيهة بالجلد . واشهر نباتات الاودية الخصوصية هى اشجار الاكاشيا والاعشاب الشوكية الصالحة للاكل والنباتات الوبرية الشائكة فى النقب واسمها العلمى Forshalea tenacissima الواضحة امام اعين زائرى منطقة (ناحال شلومو) وتمتاز اوراق النباتات الوبرية الشوكية بانها ذات اطراف مدببة تلتصق الملابس بشدة بحيث يتعذر تنظيفها .

(د) وادى عربة

هذا الوادى الطويل نسبيا والملىء بالصخور الشديدة الانحدار يعتبر جزءا من الاخدود السورى الافريقى ، ويمتد من البحر الميت الى خليج العقبة على البحر الاحمر ، مسافة مائة كيلومتر ، ويتفاوت عرضه مابين ثمانية كيلومترات وعشرين كيلومترا . وتجاه الشرق ، نجد ان جبال عيدوم المكونه من الصخور النارية وصخور الحجر الرملى النوبى ،

والصخور النارية المجروفة من الجبال المجاورة .

وبالقرب من البحر الميت نجد ان انواع التربة فى وادى عربة تتكون من العناصر الطباشيرية ، وهذه العناصر الطينية الشديدة النعومة تأثرت بفعل عوامل التعرية فتحولت الى مسطحات من اليابسة يتخللها عدد لا يحصر من الاودية الضيقة والنهيرات . وبسبب الارتفاع الشديد فى نسبة الملوحة فان هذه المسطحات الارضية تكاد تخلو من اى غطاء نباتى وتحتوى سفوح التلال كما يحتوى قلب الوداى على مساحات شاسعة من الكثبان الرملية المكونة من تعرية صخور الحجر الرملى المحلية وتحمل هذه الكثبان بعض الاعشاب الشوكية التى قد تصل الى حجم الشجرة وهو النبات السائد من مجموعة تحتوى على شجرة (الرتم) والشوكيات وغيرها .

وفى العديد من ظواهر الانخفاضات الطبوغرافية فى اقليم وادى عربة يرتفع مستوى المياه المحلية الجوفية وقد تكونت المستنقعات المحلية لهذا السبب وأكبر هذه المستنقعات يقع عند الطرف الجنوبى من البحر الميت على حين نجد مستنقعات اضيق مساحة فى مناطق يوتفاتا وايلات وغيرها .

ودرجة الملوحة فى هذه المستنقعات التى تصل الى ٢٠٪ وأكثر تنشأ من الاملاح القابلة للذوبان فلا تسمح بنمو اى انواع من النباتات . وعلى النقيض من الترابات المحلية الجافة فى منطقة النقب ، نجد ان هذه المستنقعات المحلية رطبة طوال العام . وأن وجدت فى بعض المناطق انخفاضات مليئة بالمياه المحلية فترة من العام . وتظل جافة طوال الجزء الباقى من العام . وأهم النباتات القليلة التى تستطيع ان تتحمل ارتفاع نسبة الملح فى المستنقعات والانخفاضات شجرة الطرفاء ونباتات اخرى ولا يمكن فهم هذه البيئة الصحراوية وعلاقاتها بظواهر السطح فهما كاملا دون بعض الالمام بالعمليات التى خلفت ولاتزال تخلق هذه المظاهر والتضاريس وسوف نركز على بعض هذه الظواهر ذات الاهمية الخاصة فى شكل صحراء النقب وأهم العوامل التى تؤثر فى شكل السطح هى الرياح والمياه المتدفقة والندى وبخار الماء والكثافة والعمليات الكيميائية والبيولوجية وكذلك التغيرات فى درجات الحرارة .

وهذه العوامل تخلق الظواهر الناتجة عن التعرية فى شكل السطح وكذلك تؤدى الى ظهور الفتات التراكمى الناتج عن التعرية مثل الكتل الحجرية الكبيرة والاحجار والرمل والتراب التى يمكن للرياح والمياه نقلها وترسيبها فى مناطق اخرى وسوف

نوجز آثار هذه العوامل فى الصحراء ، مع التركيز — بصفة خاصة — على تجاربنا وملاحظاتنا الخاصة .

سبق ان ذكرنا تأثير الرياح كعامل من عوامل التعرية والارساب فى خلق التربة الطفالية ، والحقول الرملية ، والكثبان وللرياح تأثير آخر يؤدى الى ظاهرة التعرية . والرياح فى حد ذاتها ليست اقوى عامل موثر فى الصحراء ، لكنها وسط الفيافى القاحلة تصبح ذات تأثير تدميرى كبير ، اذ لا يوجد غطاء نباتى يقاومها ، وعندما تهب الرياح فى المناطق المكشوفه تحمل الجزئيات الرملية الدقيقة ، وتدفعها بقوة كبيرة ، فلا يصدها شىء . وكل من تعرض لعاصفة رملية حقيقة فى الصحراء سوف يتذكر مدى الالم الذى يعانيه من الرمال اللافحة التى تهب فوق وجهه .

وسطوح الصخور ، وخاصة السطوح الناعمة يسهل تعريتها بفعل هذا التأثير الرملى اللافح للرياح ، الذى يخلق انواعا غريبة من مظاهر السطح . وان تنظيف اسطح المبانى بدفع تيار هوائى شديد مضغوط محمل بالرمال من الاساليب الصناعية الحديثه التى ابتكرها الانسان تقليدا لتأثير الرياح . ومن الطريف ان نلاحظ ان التجارب الحديثه قد اثبتت فى الانفاق ان الرياح ولو لم تكن محملة بالرمال تستطيع تعرية الاسطح الحجرية بتأثير دوراتها وعنفوانها . وهذه التعرية الهوائية الديناميكية بفعل الرياح تفسر بعض مظاهر السطح الطبقية الناتجة عن التعرية والتى تتمثل فى الاحجار الصحراوية مثل بعض انواع الاحجار الحصوية الخشنة .

اما اهمية الماء كعامل من عوامل التعرية فى الصحارى فلم تكن تلقى القدر الواجب من الفهم والتقدير ، ولو فى اقليم النقب على الاقل . ومن جملة العوامل الموثرة التى تخلق مظاهر السطح المتغيرة فى الصحراء ، نجد ان الماء اشدها واقواها تأثيرا وان كان هذا يثير الغرابة ، اذ ان الافتقار الى المياه او ندرة المياه هى التى تعرف معنى الحرارة . وان عملية التعرية الناتجة عن عامل الماء قد قسمت الى ثلاث مراحل تقليدية تتمثل فى التعرية التى تحدث فى السطوح ، ثم تكون الاودية الصغيرة الضيقة ثم تخلق الاخاديد المائية الضيقة . فالتعرية السطحية تحدث فوق سطح التربه وهى عملية ذات انتشار مساو تؤثر فى مساحات واسعة ، اما التعرية التى تحدث الاخاديد والاودية المائية الضيقة فتحدث حيث يتركز التصريف المائى المطرى فى انخفاضات محدودة ويبدأ فى التحرك بسرعة مدمرة ، وحين تلتقى الاخاديد المائية لتكون الاودية

المائية الضيقة يصبح التصريف المائى المطرى سيلا قويا ، يحدث تعرية كبيرة ، تؤدى الى خلق الاودية المائية الكبيرة . ومن ثم فان السيول والفياضانات تخلق الأودية ضحلة ضيقة وتعمق من الاودية الشديدة الانحدار التى يرجع وجودها الى العوامل (التكوينية) اى الباطنية . ولقد أدت قياساتنا لظاهرة التعرية السطحية فوق عدد من مواقع تقسيم المياه الى دهشتنا الشديدة من ان هذا النوع من التعرية لا يوجد فى الصحارى ، وهى على الارجح لا تتجاوز فى حجمها (١٠ر) ملليمتر فى السنة . ومن ناحية أخرى فان الأخاديد والأودية المائية الضيقة الناتجة عن التعرية عظيمة الاهمية ، وما ان يتركز التصريف المائى المطرى فى واد او فى اخدود حتى تستمر عامل التعرية بمعدل متزايد السرعة ، وذلك فى صورة التعرية الركامية . ونجد ان جوانب الاخاديد والاودية المائية سرعان ما تتعرى وتنهار ، ولهذا السبب شيد الفلاحون القدماء فى صحراء النقب اسوارا حجرية واقية على امتداد حقولهم المجاورة للاودية وللاخاديد المائية الضيقة . وفى ناحال لافان تصل الاسوار الواقية الى ارتفاع (٣ ـ ٤ أمتار) وتمتد الى ٥ كيلو مترات على طول حافتى الوادى . كما ان الاسوار الدائرية القديمة كانت تمنع مياه الفيضانات والسيول من الاندفاع بلا ضابط نحو الاودية . ولكن لما هجرت هذه المبانى وتركت لعوامل الزمن تفعل فيها فعلها ، اندفعت السيول عبر أضعف قطاعات السور ، وسرعان ما أثرت عوامل التعرية فى الاخدود المائى لتحيله الى ما رأيناه من حقول قديمة مسورة . وتحولت السهول الفيضانية المرتفعة بما امتازت به من اسوار محفوظة حفظا جيدا الى أراض بسور تتخللها الاخاديد العميقة . وفى اقليم النقب نجد ان التعرية الاخدودية تستمر بمعدل سريع ، وذلك بسبب اجتماع وتفاعل ثلاثة عوامل : العامل الاول هو ان كمية التصريف المائى المطرى من مناطق تقسيم المياه الصغرى كبيرة نسبيا ، اذ يصل متوسطها السنوى الى ٢٠ % ، وتصل الى ذروة معدلاتها بنسبة ٥٠ % الى ٧٠ % بالنسبة لبعض السيول الناتجة عن بعض القمم المطرية العالية بدرجة غير مألوفة (انظر الفصل التاسع) والعامل الثانى : هو التربة الطفالية ، وهى تتسم بعدم الاتساق والاستمرار فى الامتداد ، ومن ثم فان الحواف الرأسية للأودية والاخاديد المائية تتسم بالافتقار الى الاستقرار البنيانى . وتؤدى السيول المفاجئة الداهمة الى تحطيم الحواف بفعل التعرية الجانبية ، وتدفع السيول اجزاء هائلة من الارض تزن عشرات الاطنان . اما العامل الثالث فهو ان الصحراء تدفع الان ثمن افتقارها الى الغطاء النباتى . فثمة جذور قليلة تعمل على تثبيت التربة وقليل من الغطاء النباتى ليحمى الحواف . وبهذا فان عامل التعرية يصل الى ذروته التدميرية فى الصحراء . ولا يمكن الوقاية من هذا العامل ، الا بضمان عدم تركيز او تجميع مياه السيول فى الاخاديد المائية ، بل دفعها الى الانتشار فى

الحقول المسورة ، حيث تمتصها التربة . وهذا هو الدرس الذى تعلمه كل سكان النقب عبر اربعة آلاف سنة من التاريخ .

وخلال السنوات الخمس عشرة الماضية أتيح لنا العديد من الفرص لنرى بأنفسنا كيف ان التعرية السريعة يمكن ان تغير من مظاهر السطح . فلقد لاحظنا تطور عدد من الأخاديد المائية العميقة فى السهول المنبسطة فى صحراء النقب . ويمكن أن نجد مثالا طيبا على هذا التأثير المستمر فى منطقة ناحال باكارا التى تبعد حوالى خمسة كيلومترات من سيدى بوكير . وعند الطرف الادنى من سهل باكارا (سهل البقرة) تتدفق مياه السهول فى منخفض كبير كان قد استقر تماما بفعل الاسوار الحجرية المنخفضة القديمة التى شيدت لتحقيق انتشار السيل على مساحة تقدر بثلاثين الى خمسين مترا من الوادى . ولقد كان من اللازم استنبات النباتات دائمة الخضرة ، ولم تتغير المناسيب القاعدية للمنطقة منذ آماد بعيدة وقد ترجع الى (٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ سنة) . على انه عند الطرف الادنى من الوادى انهار السور الواقع أسفل مجرى الاخدود المائى منذ حوالى عشرين سنة ، ومنذ ذلك الوقت بدأ أخدود مائى عميق ومتسع يقطع بسرعة هذا السهل الفيضانى ويحطم الاسوار فى اعلى المجرى المائى الواحد تلو الآخر .

وفى عام ١٩٥١ ، كان الاخدود المائى عند الطرف الادنى يبلغ فى عرضه مترا واحدا وفى العمق مترا واحدا وبعد ذلك بخمس عشرة سنة أصبح واديا عرضه خمسون مترا ، له حواف طفالية رأسية يصل ارتفاعها الى ثلاثة أمتار كما ان هذا الوادى قد قطع مسافة ٣٠٠ متر تقريبا داخل السهل الفيضانى الاصلى المستقر . ولقد شاهدنا نفس التطورات تحدث فوق سهول رامات " متريسد " و(ميشور هاروكاح) وبالقرب من (ناحال لافان) وهذه السهول المستوية سرعان ما تتخللها وتقطعها الاخاديد المائية والأودية التى يصل متوسط قطعها لهذه السهول الى ٣٠ ـ ٥٠ مترا سنويا . ومن الحقائق البديهية المعروفة عن عملية تكوين مظاهر السطح أن " التعرية تخلق تفكك ظواهر السطح " اما المادة المتفككة فتترسب حيثما وكلما تناقصت سرعة مياه الفيضان وثمة معدل متفاوت بين ترسب الجزئيات ، اذ تترسب الجزئيات التى هى أكثر ثقلا ، أولا ، ثم تليها الجزئيات التى هى أخفوزنا . ويتراكم الحصى والاحجار فى الاودية والأخاديد العميقة ، وتستمر الجزئيات الرملية الكبيرة فى التحرك أسفل المجرى المائى خلال كل سيل من السيول . واذا كانت الحركة بطيئة بالقدر الكافى فان غطاء الحصباء فى الأودية والاخاديد المائية العميقة يكون موطنا هاما لظهور النباتات ، ومن ثم فان الأحوال المائية فى الصيف الجاف أفضل منها فى اى مكان آخر فى الصحراء ، باستثناء

الحقول الرملية . وحين تلتقي أودية الدقب الشديدة الانحدار مع سهل عربة ، نجد ان عملية الترسيب المتفاوت لفتات التعرية تحدث في الشعب الفيضانية . وتترسب الحصباء على سفوح الصخور شديدة الانحدار التي تحد الاودية ، ومن ثم فان شعب الحصباء الناتجة عن ذلك تتمثل في المواقع التي دأب الانسان فيها على استخراج المياه الجوفية (انظر الفصل الحادي عشر) وتترسب بعض الجزئيات الدقيقة تجاه قلب الوادي ، على حين يحمل الطفل المتناهي الدقة في جهياته الى البحر الميت . وتحدث عملية مماثلة في الأودية التي تصرف مياهها في البحر المتوسط .

وسوف نتعرض الان لبعض عوامل التعرية الاخرى . فعامل الندى — وهو أكثر دواما واستمرارا في الحدوث من السيول — يمثل اهمية خاصة لتعرية الصخور . وعملية التحلل او التفكك هي عملية كيمائية وميكانيكية ، وتذويب وازاحة الاملاح العديدة ، سواء أكانت قابلة للذوبان في الاصل ام انها أصبحت كذلك بفعل التحليل بالماء — فان الندى يوهن من بنية الصخور ، ويؤدي الى تفككها . واذا كانت كمية الندى لا تكفي الا لنزع الماء من الاملاح ، فهي تزداد في الحجم وينضخم ، وبالتالي ، فان المياه المشتقة تتبخر ، وتتبلور الاملاح من جديد ، ثم تنكمش . وهذه التغيرات في الحجم تحدث تأثيرا كافيا يؤدي الى التفكك والتحلل ، وهي تمثل عامل التعرية الدقيقة (التعرية التحتية او التعرية الكهفية) الظاهرة في الصخور المليئة بالثقوب والفجوات حيث تتراكم حبيبات الصخر والملح الدقيقة وفي بعض صخور الحجر الجيري تتحلل كربونات الكالسيوم بفعل الندى الذي يحتوي على ثاني اكسيد الكربون ، وتتحول الى مكونات قابلة للذوبان في الماء مثل بيكربونات الكالسيوم . ويمكن رؤية هذا التأثير جزئيا في الانماط المحفورة حفرا دقيقا فوق سطوح الاحجار المخدوشة والذي يعزى حدوثها جزئيا الى التعرية الجوية الديناميه بفعل الرياح . كما يمكن ملاحظة تأثير الندى على الاحجار الواقعة فوق تربات الصحراء ولا سيما التربات الملحية . فالجوانب الدنيا من الاحجار عادة ما تكون متآكلة بسبب التعرية الشديدة بفعل ثاني اكسيد الكربون او الملح . كما يمكن للهواء شديد الرطوبة ان يحقق نفس النتائج ، ولكن الندى لا يزال يمثل العامل الرئيسي المؤثر في تعرية الاحجار والصخور ، اذ ان الليالي ذات الرطوبة العالية نسبيا بدون تكوينات من الندى قليلا ما تحدث في هذه المنطقة ، كما ان الندى يذيب المادة اللاصقة التي تجمع حبيبات الرمل في صخور الحجر الرملي ، كما يضعف من تماسك مختلف المعادن ، وتحللها الى حصى وحبيبات خشنة (وتسمى هذه العملية بالتفكك الحبيبي) .

ولقد أوضحنا في الفصل الرابع ان درجة الحرارة في كل عام وخاصة بالقرب من سطح التربة — تنخفض عددا من الليالي تحت درجة الصفر المئوية ، ويتكون الندى في هذه الليالي الباردة ويظهر البرد والصقيع الابيض فوق التربة والاحجار بوضوح أثناء الصباح .

ان الندى ، مثله مثل كل أشكال المياه ، يزداد حجمه عند التجمد ، واتساع حجمه داخل الشقوق والشروخ الدقيقة في سطح الصخور يؤدي الى عملية التفكك الميكانيكي ومن السهل فهم مثل هذه العملية في المناطق الباردة في العالم ، لكن اهميتها لم تقدر حق قدرها في المناخات الصحراوية .

وأحيانا تشتمل الكتابات الوصفية عن الصحارى التي قام بتأليفها الرحالة والمسافرون على بعض الفقرات التي تروي انهم قد سمعوا الصخور تتشقق او تتفجر الى فتات ، بصوت عال في الايام شديدة الحرارة . والعادة فان حدوث مثل هذه الظاهرة يعزى الى التفاوت الكبير في درجات الحرارة بين الليالي الباردة حين تبرد الصخور ، والايام الحارة التي تسخن فيها الصخور بفعل حرارة الشمس . وفي السنوات العديدة التي أمضيناها في النقب لم يشهد شيء مثل انفجار الصخور ، وعلى الرغم من ذلك فان الصخور والكتل الحجرية والحصى كانت تتفتت بانتظام الى اجزاء صغيرة وشظايا وقد تؤدي اختلافات درجة الحرارة دورا جزئيا . ولكن اذا كان الامر كذلك فان العملية لا تصبح ذات وقع مفاجيء ، ويبدو ان هذه الظاهرة ، بالنسبة لنا ، تقتصر على الصخور المبتلة المجففة بفعل الاشعاع الشمسي . وفي بعض الحالات يعتبر عامل (التجوية) الملحية مسئولا وخاصة حيث توجد الاحجار المفتتة داخل التربات الملحية .

ويمكن القول بشكل عام ان دور العمليات البيولوجية في خلق مظاهر السطح الصخراوية كان نصيبه الاهمال . وخلال سنوات عديدة في منطقة عبدات سجلت بعض الملاحظات عن مثل هذا النشاط البيولوجي ، وسوف نورد هنا احدى هذه الحالات ، فاحجار ركام الصحراء الحصوية المتراصة في منطقة عبدات من الحجر الجيري المليئة بالمخلفات الحفرية مثل الحيوانات البحرية وغيرها (الحجر الجيري الفتاتي) . والاحجار تتألف كيميائيا من عناصر الكربونات والجلوكانايت (السيليكون ، الحديد ، البوتاس) والكوارتز ، وينزع عامل (التجوية) أولا عنصر الكربونات ، على حين يكون عنصر الجلوكانايت والكوارتز الاشد صلابة قشرة متخلفة تحمي السطح .

وهذه القشرة المتخلفة شديدة النعومة ، ولا توجد الا على سطح الاحجار

المعرضة للجو ، اما جزء الاحجار المطمور فى الارض فلبست له قشرة ، ويرد ذلك الى أن (التجوية) الملحية تحلل هذه القشرة بشكل مستمر . على أن القشرة مجرد وقاء مؤقت ، فالشقوق الدقيقة تتكون فى هذه الاحجار حين يتجمد الندى بداخلها ، وتتكون الحزوز داخل هذه الشقوق ، ومع ازدياد الحزوز يؤدى افرازها لاحماض عضوية وأخراجها لثانى اكسيد الكربون الى توسيع الشقوق وتحويلها الى تجاويف كبيرة الحجم نسبيا وتتجمع هذه التجاويف تدريجيا بحيث تحطم القشرة الخارجية ، وتؤدى الى التآكل ، وثمة حزوز أخرى تنمو فوق سطح الانواع او الفصائل الاولى ، وتستمر الاحجار فى التفتت والتحلل . وثمة أمثلة أخرى لمثل هذه العمليات ، مثل التفاعل البيولوجى لمجموعات الطحالب والبكتريا والفطريات التى تنمو داخل بعض القشرات الصخرية او تحتها فوق تكوينات جيولوجية معينة .

ولقد وصفنا بذلك العوامل التى تكون مظاهر السطح الصحراوى ، كما لو كان كل عامل منها يترك أثره منفردا عن العامل الآخر . والواقع ان هذه العوامل تتفاعل فى آن واحد .

وتؤثر فى نفس المظاهر السطحية ، كما ان الاشكال والتضاريس التى تترتب على ذلك هى نتاج هذه العمليات كلها . ونجد أمثلة ممتازة لهذه العمليات فى الهضاب المستوية والهضاب شديدة الانحدار ، وتتكون الهضاب ــ فى الاصل ــ من طبقات صلبة من الحجر الجيرى او الصوان الذى يغطى تكوينا صخريا أقل سمكا مثل الطباشير والطين وتختلف هذه الطبقات من حيث تعرضها للتعرية ، بحيث انه كلما تعرضت الهضبة لكل عوامل التعرية وتخللتها الاودية والاخاديد ازداد تعرض الطبقات الرقيقة ، وتعرضت للتعرية السريعة بمعدل يفوق تعرية الطبقات العلوية الصلبة . وحين تتوقف هذه العملية بعد فترة من الزمن او ينخفض معدلها ، فان الهضبة الكبيرة تتحول الى هضبات مبسطة او شديدة الانحدار او هضبة تحيط بأرض جردتها عوامل التعرية ، وذلك تبعا للمرحلة التى بلغتها من مراحل دورة التعرية .

الفصل السادس

التاريخ الجيولوجى للنقب

تقع اسرائيل وفيها اقليم النقب من الوجهة الجيولوجية بين الكتلة العربية النوبية فى الجنوب الشرقى التى يعود اصلها الى عصر ماقبل الكمبرى . وبين كتلة البحر المتوسط التى هى جزء من محيط تيثيس القديم فى الشمال . والكتلة العربية النوبية الشبيهة بكتلة البلطيق فى شمال اوربا او كتلة كندا فى امريكا الشمالية ، هى كتلة مرتفعة السطح عن هذه القارات القديمة . ولمثل هذه الكتل الكبيرة التى يطلق عليها احيانا اسم الاغطية او المنصات ــ نواة او قلب ممتد من الصخور النارية الاولية . واثناء التطور الجيولوجى للقشرة الارضية حدثت تشوهات (تكتونية) أى باطنية عنيفة فى المناطق الواقعة بين الكتل وأثرت على محيطها الخارجى ، ونتيجة لذلك ، فان معظم هذه الكتل يكتنفها اليوم أحزمة من الصخور المتحولة والنارية المتداخلة التى تكون اطارا بالقلب او النواة الاولية ، وتمثل امتدادا للكتلة ذاتها . اما صخور الاطار الخارجى للكتلة العربية النوبية فهى مكشوفة فى الجزء النوبى من اقليم النقب الذى أطلقنا عليه اقليم النقب الجنوبى وهو يمتاز بالصخور النارية .

اما بحر تيثيس القديم الذى يعتبر من الناحية الجيولوجية ، أحدث من الكتلة العربية النوبية فقد كان يمتد فى وقت من الاوقات فيما بين الاغطية القديمة ، وفى هذا المحيط ترسبت كتل ضخمة من الرواسب البحرية منذ العصر الباليوزوى ، ولا زالت عملية الترسيب هذه مستمرة فى جميع المحيطات ، ومنها البحر المتوسط الذى لا يعدو ان يكون فى الواقع جزءا متخلفا عن محيط تيثيس القديم .

ولقد أدت الحركات (التكتونية) مثل الرفع والطى الحاد الى رفع كثير من هذه الرواسب فوق السلاسل الجبلية العليا التى تقف الان شامخة فى سلسلة الالب الاوربية وجبال طوروس ، وايران ، وآسيا الوسطى .

ومنذ العصر الكمبرى كان جزء من الاردن يمثل جانبا من الاقليم الساحلى الذى

طفت عليه المياه فى مختلف العصور ، مع زحف المحيطات القديمة وتراجعها فوق الاقاليم اليابسة الشاسعة عمليتا الزحف والتراجع) . ولقد خلفت هذه الاحداث أثرها فى الانواع الواضحة المعالم من الرسوبيات . وهناك رواسب بحرية ضحلة وعميقة نسبيا ترسبت بالقرب من شاطئ البحر (اى ساحلية) او فى البحيرات الضحلة فضلا عن الرواسب الاخرى التى تكونت فوق القارات حينما لم تكن تتعرض للمحيطات الزاحفة ، وتشمل هذه الرواسب الانواع التى رسبتها الانهار المتدفقة فى البحار (اى الفيضانية والرواسب فى البحيرات (البحيرية) وغير ذلك من الرواسب القارية التى تنقلها الرياح . وهذا التسلسل الرسوبى فى مجموعه يقوم فوق الكتلة العربية النوبية من الصخور النارية (التى يطلق عليها الجيولوجيون اسم صخور القاعدة) وفوق اطارها من الصخور المتحولة .

ولم تكن منطقة النقب تختفى وسط الارتفاعات (التكتونية) للاقليم ، ولكنها تقع بين الغطاء الثابت (تكتونيا) والراسخ القواعد تجاه الجنوب الغربى والاحزمة الكبرى للمنطقة الحديثة المكونة للجبال تجاه الشمال . اما الموجات الكبرى من الارتفاعات الدافقة للجبال فى القشرة الارضية فلم تصل الى اقليمنا الا فى شكل موجات (تكتونية) صغيرة مثلها فى ذلك مثل الموجات التى تنداح بفعل الحجر الذى يلقى فى الماء الى موجات أوسع وأوسع ، مع ازدياد المسافة عن مركز الاضطراب . اما النتيجة النهائية فهى ظهور أرض متموجة تموجا معتدلا بفعل مجموعة من الطيات . اما التكوين المركب الجديد للارض فتتخلله انكسارات (صدوع) صغرى ، استطاعت الحركة الداخلية - على امتدادها - زحزحة الطبقات الصخرية . ولقد بدأت هذه الحركات القشرية فى العصر الترياسى ، وكانت التكوينات التكتونية الرئيسية قد استقرت فى نهاية العصر الكريتاسى ، وإن كانت بعض الاشكال قد تعرضت لتعديل وتغيير مستمر الى عصرنا هذا . ولقد خلفت كل هذه التطورات سماتها على الشكل الخارجى للارض فى الوقت الحاضر .

ويمكننا ان نفرق فى النقب بين أربع وحدات (تكتونية) من حيث الشكل الخارجى ، وهى لا تتماثل الا جزئيا مع الوحدات الطبيعية الجغرافية التى سبق ان تناولناها بالوصف فى الفصل السابق .

١ - <u>التاج (الجزء العلوى) المتحول المكشوف للغطاء العربى النوبى</u>

وتظهر هذه الاجزاء العلوية المكشوفة بالقرب من ايلات . وتتألف الوحدة اساسا من صخور متحولة تتخللها انواع الاجسام الصخرية النارية ، كما تتخللها احيانا أخرى

بعض الرسوبيات وتتسم المنطقة الجنوبية كلها بوجود العديد من الصدوع التى يمتاز كثير منها بحركات الزحزحة الرأسية (الاندفاع) التى يتجاوز امتدادها ألف متر .

٢ - <u>النقب الاوسط</u>

وتمتد هذه الوحدة الجيومورفية (الجغرافية الشكل) من المنطقة التاجية المتحولة جنوبى " ناحال زين) وتتضمن هذه الوحدة أقاليم الصرف الخاصة " بناحال حيون " ، وناحال نيكاروت و " ناحال باران " وجزء من ناحال زين " . وتتسم منطقة النقب الاوسط (تكتونيا) بوجود خطوط صدعية طويلة غالبا ماتمتد عشرات الكيلومترات ، وأحيانا ماتظهر اندفاعاتها وامتداداتها مئات الامتار . وهذه الصدوع (الانكسارات) تقسم المنطقة الى مجموعة من الكتل المتميزة وأهمها وأبرزها كتلتا : رامون وباران ويمكن للمسافر الى ايلات ان يشاهدها ويلحظها . اما المناطق المتلاصقة لهذه الصدوع فهى تتسم بظواهر طبوغرافية جبلية ، وبينها تمتد مناطق واسعة حيث تكون طبقات الرسوبيات أفقية بشكل عام ، أو تتجه اتجاها طفيفا نحو منطقة (عربة) . وتشمل هذه المناطق السهول المنبسطة فى النقب الاوسط (ميشور هاروخ) وهضبة " عبدات " ، وسهل " ميشمار " وهى تتكون جزئيا من الصخور المرتفعة (التى ازاحت الرياح ماعليها من رمال [1]) وتظهر فى بعضها الهضاب المستوية السطح المنحدرة الجوانب ، والهضاب المنعزلة شديدة الانحدار . ونجد خطا من القباب الهيكلية الموازية لمنطقة (عربة) حيث يتاخم النقب الاوسط منطقة عربة وكذلك فيما بين ناحال زين فى الشمال وناحال باران فى الجنوب . ونلمس هنا ان الصخور النارية قد تكونت بفعل النشاط الاسترسابى (اى ادخال صخر ذائب فى طبقات صخرية أخرى) لا بفعل النشاط البركانى (اى تكوين الصخور بفعل تبلور الحمم فوق سطح الارض) وتقع هذه الصخور داخل السلسلة الرسوبية للنقب الاوسط .

٣ - <u>النقب الشمالى</u>

تمتد هذه الوحدة شمالى (ناحال زين) وتشمل دائرتين تكونتا بفعل عوامل التعرية وهما : (ماختاش هاجادول) و (ماختاش هاقطان) ويتجه تصريفها الى

---

(١) وهى تعرف باسم الصحراء الصخرية " هامادا " انظر مجموعة المصطلحات العلمية والفنية - مجلة مجمع اللغة العربية - المجلد الثامن ص ٩٩ .

(ناحال زين) وشنها الى البحر الميت . كما تضم هذه الوحدة منطقة تصريف " ناحال بيسور " (وادى فزة) الى البحر المتوسط .

وأبرز سمات هذه الوحدة التكوينات الصدعية الانكسارية التى تؤلف تتابعا من السلاسل الجبلية ، وتتألف هذه السلاسل من مجموعة من أقواس صدعية متوازية ومحدبة بعض الشيء (وهى التى تعرف باصطلاح الطيات المحدبة المندفعة) .

وعلى العكس من النقب الاوسط تتحد معظم سفوح النقب الشمالى تجاه الشمال الغربى ، كما اننا نجد معظم الطيات المحدبة المرتفعة نسبيا فى منطقة الشرق ، بالقرب من الانكسار المعروف باسم عربة ـ البحر الميت ، اما أكثر هذه الطيات انخفاضا فنجدها فى الغرب . اما اعلى اجزاء الطيات المحدبة الثلاث فقد تقطعت لتصبح فى شكل دوائر بفعل عوامل التعرية التى سبق ان تعرضنا لها بالوصف .

ان هذه الودية الناقصة التكوين قد حفرتها عوامل التعرية ، لتتحول الى ساحات علوية من الطيات المحدبة او من القباب ، وتحيط بها اليوم اسوار دائرية شديدة الانحدار ، ولعل تكوينها قد حدث بسبب تدفق المجارى المائية اسفل سفوح الطيات المحدبة ووصولها الى طبقة الحجر الرملى النوبى الطباشيرى الادنى سهل التفتت ، وذلك فى قلب التكوين الواقع أسفل طبقات الحجر الرملى وحجر الدولوميت الصلب . وسرعان ما استطاعت عوامل القطع السفلى وعوامل التعرية ان تحول المجارى العليا لهذه المجارى المائية الى داخل هذه الدوائر .

٤ ـ الأخدود

يعد اخدود عربة ـ فى واقع الامر ـ جزءا صغيرا من النظام الاخدودى الافريقى السورى الضخم الذى يمتد حوالى ٦٥٠٠ كيلومتر من سوريا ولبنان عبر اجزاء من البحر الأحمر حتى بحيرة " نياسا " فى افريقيا ، ويشمل فى منطقتنا بحر الجليل ووادى الاردن والبحر الميت ، ومنطقة عربة حتى ايلات . ويجرى هذا الاخدود فى اسوائيل فى اتجاه شمالى جنوبى تقريبا ، ويصل عند البحر الميت الى أكثر بقاع سطح الارض انخفاضا ، حيث أن ساحل البحر الميت يقع على مسافة ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر .

اما ذلك الجزء الذى يمثل الحدود الشرقية للاخدود فى النقب فتحده شرقا هضاب " عيدوم ومعاب " التى ترتفع ارتفاعا حادا الى ما يصل الى ١١٠٠ ـ ١٥٠٠ متر ،

اما هذا الوتفع الجبلى المهيب الذى يراه الناظر تجاه الشرق عبر منطقة عربة فهو فريد أخاذ وخلاب . وابتداء من خليج ايلات الى الطرف الشمالى من البحر الميت ، تتكون هذه الجبال فى اغلبها من الصخور النارية والمتحولة ، وان كانت بعض الرسوبيات (الصخور الرسوبية) المتخلفة عن العصر الباليوزوى (١) الى العصر الكريتاسى (الطباشيرى) من الصخور الرملية النوبية ، تخلع على هذه الجبال اللون الاحمر المشوب بالصفرة .

وتقع عاصمة النبطيين القديمة المعروفة باسم البتراء فى اطار هذا التكوين الجغرافى كما ان جمالها الفريد يرجع ـ فى جزء منه ـ الى المظهر الطبيعى للمنطقة .

اما الجانب الغربى للاخدود فينقسم الى ثلاثة أقسام :

اما القسم أو القطاع الجنوبى ويمتد من ايلات الى نقطة تبعد عنها بمسافة ١٦٠ كيلو مترا ، وهذه النقطة تمثل سلسلة من الجبال التى تعمل كخط تقسيم مياه بين الجزء الشمالى الذى تتصرف مياهه الى البحر الميت وبين الجزء الجنوبى الذى تتصرف مياهه نحو ايلات . ويرتفع خط تقسيم المياه عن مستوى سطح البحر مسافة ٢٢٠ مترا . وتكون بعض الوديان التى تمتد الى القطاع الجنوبى مسطحات أودية ذات مياه غير منصرفة ، تكونت بسببها مستنقعات ملحية دورية (فى مناطق السعيديين ، ويوت فاتا ، وآفرونا) .

اما القسم الشمالى او القطاع الشمالى فيتصرف مياهه فى شكل حوض نهرى جاف (يعرف باسم ناحال عربة) من خط تقسيم المياه نحو مستنقعات سدوم عند الطرف الجنوبى للبحر الميت . وفى سنوات الفيضان تطفح المياه الفيضانية الزائدة خارج المستنقع وتدخل البحر الميت ، وتسود طبوغرافية المنطقة السهول الحصوية والاراضى شبه المستوية المستديرة التى تكونت بفعل بحيرة منحسرة تعرف باسم بحيرة " هاسيفاء " ويمكن العثور على آثار هذه البحيرة فى شكل رسوبيات بحيرية متخلفة فى المنطقة .

اما القسم الثالث او القطاع الثالث فيضم مستنقع سدوم والبحر الميت . وعلى ارتفاع حوالى ٢٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر تنفصل منطقة (ناحال عربة) عن مستنقع سدوم فى شكل انتقال بارز فى تضاريس المنطقة . وهذا الانتقال البارز يمثل سفحا شديد الانحدار يبلغ ارتفاعه خمسين مترا ، يميز الحد الجنوبى لبحيرة " ليسان " التى ترجع

(١) وهو دهر الحياة القديمة ومداه ٣٠٠ مليون سنة وهو أقدم الاقسام للحياة الظاهرة ـ راجع مجمع المصطلحات الفنية (الجلد العاشر ـ مجمع اللغة العربية ص ٤٦) .

الى عصر البلايستوسين (وهو عصر قالب الحداثة فى العصور الجيولوجية) وقد كانت هذه البحيرة أصل البحر الميت فى الوقت الحاضر . كما ان الطين الجيرى المتخلف عن هذه البحيرة الموجود فى المنطقة هو رسوبيات خلقتها هذه البحيرة القديمة ، وهى فى الوقت الحاضر تشكل أراضى جبلية رخوة الصخور . وعند الركن الجنوبى الغربى للبحر الميت تتخلل قاعدة الاخدود الكتلة الملحية الضخمة المرتفعة لجبل سدوم ، الذى يرتفع فى شكل صخور شاهقة ذات سفوح شديدة الانحدار الى ٢٤٥ مترا وتكللها وتغطيها طبقة من الجير المترسب بفعل بحيرة " ليسان " . ولم يحدث ان مر مسافر عند هذا الجبل الملحى الغريب دون ان يحاول اقتطاع قطعة من هذا الملح الصخرى ، يحملها الى وطنه من قبيل الذكرى . على ان جبل سدوم لم يتكون بفعل البحر الميت ، فتكوينه أقدم وكان قد استقر تحت بحر وصل الى المنطقة من الشمال ، وفيما بعد غطته طبقات رسوبية ، وبعد حركات وطيات متعاقبة تخللت هذه الرسوبيات ظهرت وانبثقت كتلة هائلة من الملح الصخرى .

ولنتناول الان طبقات الصخور الاساسية . يتراوح عمر الصخور المكشوفة فى منطقة النقب كلها ما بين عصر ما قبل الكمبرى حتى العصر الجيولوجى الرابع ويمكن تمييز أربعة تكوينات من صخور عصر ما قبل الكمبرى بالقرب من ايلات وهى بترتيب العصور : صخور متحولة ، صخور متداخلة ، وصخور رضخية (اى صخور مكونة من فتات صخور أقدم متلاصقة جنبا الى جنب) وصخور بركانية . اما الصخور التى هى أقدم فهى فى أغلبها صخور الميكا والشست (صخور نارية) التى تكون القمم الخضراء الرمادية لجبال ايلات ، وبعض صخور النايس وقد انبثقت فى هذا التكوين الصخرى عدة صخور نارية ، مثل صخور الجرانيت التى تكون حاليا الكثير من الكتل الجبلية . وتتخلل الصخور النارية والصخور المتحولة بعض المرتفعات . وقد اعقب هذه الاندماجات نشاط تكتونى (باطنى) حول بعض صخور الجرانيت الى صخور النايس كما أعقب حركة التغيير والتشويه الصخرى حركة تعرية حادة تعرضت الكتل اليابسة الموجودة لعوامل التعرية حتى كشفت قلب الكتل المندمجة . وتستغرق سلسلة الدورات التكتونية (الباطنية) ودورات التعرية حقبا مديدة من الزمن .

فى الماضى كانت توجد فى نفس المنطقة قارة قديمة هى اصل الغطاء العربى النوبى الذى يعود اصله الى عصر ماقبل الكمبرى . ولقد ارسبت المادة المتخلفة عن عوامل التعرية من هذه القارة فى شكل كتل رسوبيات رملية وطينية (وهى فى الوقت الحالى فى شكل صخور ميكا وشست) فى حوض كان يغطى فيما مضى منطقة ايلات . وقد تغير شكل

هذا الحوض فيما بعد وتحولت صخوره ، وتصدعت ، كما انه نمت الى أعلى وانبثقت فى صخور أخرى ، ثم طرأت عليها عوامل التعرية التى كشفت من أصولها الحقيقية . وفوق سطح هذه القواعد الجبلية التى تعرضت تعرية عميقة ترسبت كتلة صخرية سميكة ، وفى الوقت نفسه ادى النشاط البركانى الى دفع مواد نارية ، اذ انه نمت شتات الاحجار من احجار اورخام الكوارتز المطعم بقطاعات ضخمة من الصخور البركانية (الديابيز) ومن الحجر الرخامى الذى يتخلل كل التكوينات السابقة ، ومنها تكوينات الكتل الصخرية .

وفى نهاية المرحلة البركانية كانت تظهر احيانا بعض السوائل المعدنية الساخنة التى ترسبت عروقا من المعادن ، منها النحاس ، ثم اعقب ذلك فترة طويلة من الهدوء فى النشاط الباطنى الارضى ، وان كانت عوامل التعرية قد استمرت لتسوية القارة .

ومع قدوم العصر الكمبرى كانت قد بلغت مرحلة تجاوز فيها الارساب مرحلة التعرية . لقد كانت الكتل الصخرية وصخور الحجر الرملى تترسب فوق السطح الذى تعرض للتعرية ، وكانت هذه الكتل الصخرية أقل خشونة من الصخور القديمة ، وكانت تشمل حجر الكوارتز الصلب الابيض ، وحجر اليشب (وهو حجر كريم يميل فى لونه الى الحمرة) ، الذى يميل بحكم الانتقال من مكان الى آخر ، فأصبح مجرد احجار صغيرة او حصى مستديرا ، يوجد فى الوقت الحاضر فى الاودية بالقرب من مناجم النحاس فى منطقة (تمنا) .

اما العمود الرسوبى فهو يغطى ويطغى — دون اى انفصال — على الصخور العلوية المتحولة التى تشكل القاعدة . وهذا العمود الرسوبى يشتمل على ثلاث وحدات اساسية : الحجر الجيرى الرملى ، ومجموعة يهوذا ، ومجموعة الحاشفيلا . والوحدة الاولى رسوبيات تغطى القاعدة الصخرية التى تعود الى عصر ماقبل الكمبرى فى كل اجزائها المكشوفة . وهذه الطبقات ذات الالوان الجميلة من الحجر الرملى التى يبلغ سمكها فى بعض الاحيان ٦٠٠ متر ، بحيث تمثل فاصلا زمنيا يمتد من عصر الكمبرى الى العصر الطباشيرى (الكرتياسى) اما سلسلة الحجر الرملى فتحتوى على رسوبيات من المنجنيز والنحاس . ولقد استخرجت واستخدمت رسوبيات النحاس فى منطقة (النقب) لاغراض صناعة النحاس محليا عبر العصور كما يجرى استخراجها فى الوقت الحالى فى احد المصانع الحديثة فى منطقة (التمنا) . اما الحجر الرملى فى القطاع الشمالى الاوسط من النقب ، فنجد ، على الاقل ، خمس طبقات من الرسوبيات البحرية بين طياته ، مما يؤكد ان تلك المنطقة كانت مغطاة بمياه البحر الطافية عليها وقت الارساب . ولقد وقعت مثل هذه الاحداث فى العصر الترياسى ، ويمكن رؤية تلك الرسوبيات الترياسية البحرية التى يبلغ سمكها حوالى ٥٠٠ متر فى منطقة

ماختش رامون . كما تتجه هذه الرسوبيات المكونة من الحجر الجيرى ، وبعض الصخور الطفلية بين طبقة دنيا من الحجر الرملى والصخر الطفلى وطبقة عليا من الجير . وكذلك تقع طبقة من الطمى الصوانى فوق هذه الرسوبيات ، وربما كانت تشكل غطاء من الحفريات من تربة خاصة ، يمتاز بها المناخ المدارى الرطب (التربة الصخرية المسامية الحمراء) كما قد يدل على ان النقب فى تلك العصور ، كان جزءا من المنطقة المدارية التى تغطيها النباتات . وتشير الحفريات النباتية الكثيرة المحفوظة والتى عثر عليها فى طبقات منطقة (ماختش رامون) الى نفس الاستنتاج . والطمى الصوانى نفسه هو صخر طفلى صلب متنوع اللون ، يتراوح بين اللون الابيض واللون المائل الى الحمرة ، والاحمر الفاقع ، وله أهمية اقتصادية ، ويستخرج كمصدر للخامات الخزفية ذات المقاومة الشديدة للحرارة .

اما الرسوبيات البحرية الجوراسية فهى تتألف من الحجر الجيرى الغنى بحفريات من الحيوانات البحرية ، والصخور الطفلية ، وانواع أخرى من الطين (١) ويأتى بعد هذه الرسوبيات انواع من الصخور الطفلية من نوع الصلصال الكاولينى (الصينى) من نوع الطمى الصوانى الذى يستخرج للاستخدام فى الصناعات الخزفية . ولابد ان هذه الانواع قد أرسبت فى بيئة مكونة من البحيرات اذ وجدت بعض حفريات الضفادع فى بعض مناطق الطمى . وتعتبر هذه العينات من أقدم النماذج المعروفة لعائلة الضفادع ، وان كانت شديدة الشبه بالضفادع فى الوقت الحاضر . اما خلال معظم العصر الكريتاسى المبكر فقد ظلت النقب أرضا يسودها الجفاف ، وكانت الصخور التى تنتمى لهذه الازمنة من الحجر الرملى المتنوع الالوان من النوع النوبى ، وطمى المرل والصخور الطفلية الكاولينية . وتوجد حفريات النباتات البرية بكميات وفيرة على مختلف المستويات ، بحيث تصبح فى بعض الاوقات شبيهة بالغابات الحقيقية المتحجرة .

اما الوحدة الرسوبية الثانية ، وهى وحدة يهودا او مجموعة (يهودا) فهى تتكون من رسوبيات بحرية فى أغلبها ، تغطى الحجر الرملى النوبى . وتشمل الصخور الحجر الجيرى ، وحجر الدولوميت ، وحجر الطباشير ، وطمى المرل ، والصخر الطفلى والصخر الصوانى غير النقى ، الذى يتجاوز فى سمكه احيانا أكثر من خمسمائة متر ، وتنتمى كلها الى عصر (السينومانيان والتيرونيان) .

---

(١) هو المرل وهو نوع من الطين الغنى بكربونات الكلسيوم .... (المترجم)

اما الوحدة الثالثة فهى مجموعة حاشفيلا التى تتألف فى معظمها من الرسوبيات البحرية الرخوة ، وتتراوح فى عمرها من العصر الحديث الى العصر الايوسين الاوسط ، وفى معظم مناطق النقب يغطى صخور (التيرونيان) بروسبيات (سانتونيان) و (كامبانيان) ، التى تعتبر تغيرا ملحوظا فى عملية الارساب من الحجر الجيرى الصلب وصخور الدولوميت الى الصخور الطباشيرية الرخوة وصخور المرل والصخور الطفلية الجيرية والفوسفورية . ويعتبر الفوسفوريت من الاسمدة المعدنية الهامة ، وهو يستخرج بكميات كبيرة من مناطق بالقرب من أورون ودمونة ، وتغطى هذه الطبقات الرخوة بأحواض من نوع خاص من الصخر الصوانى غير النقى الذى ينتمى الى العصر الكامبيان ، ويتألف هذا النوع من الصخر من نوعين من حجر الصوان المختلفين فى اللون ، فالكتلة الاساسية السوداء تتخللها احيانا مساحات من اللون الفاتح ، بل واللون الابيض احيانا على نحو غير منتظم ، مما يضفى عليها مظهرا منقوشا . وتكون احجار الصوان هذه فى بعض الاحيان جزءا من الارضية الصحراوية فى صحراء النقب وسيناء . ويبتدئ العصر الجيولوجى الحديث بارساب صخور الطفل المفتت وصخور الحجر الجيرى المائلة للاخضرار الغنية بكبريتيد الحديد ، ومنها على سبيل المثال تكوينات البيريت (١) .

اما رسوبيات عصر الايوسين فهى تؤلف سلسلة تكوينات بحرية ، كما ان الطوفان البحرى حدث فى العصر الايوسينى الاوسط . ولقد غطى المحيط حتى أعلى التراكيب المرتفعة فى صحراء النقب . اما الرسوبيات التى أرسبت خلال عصر الايوسين فقد كانت الطباشير والحجر الجيرى الذى تتخلله التكوينات المسطحة للصخر الصوانى غير النقى (الشيرت) من الطباشير الرخو ، ومن المرل ، ومن الحجر الجيرى على شكل طبقات هائلة منتظمة ، ثم يعلوها جميعا فوق التراكيب المرتفعة حجر جيرى صلب متبلور من التكوينات الطحلبية . كما ان الطبقات السطحية المتحجرة من حفريات هذه الحيوانات ذات الخلية الوحيدة تتآكل بسهولة من الحجر الجيرى الذى ينتمى لعصر الايوسين ، كما ترسب بكميات كبيرة احيانا فوق الارض .

وبعد طوفان البحر فى العصر الايوسينى الاوسط ، حدث ارتفاع متوسط مما أدى الى الانحسار وظهور سهل شبه مستو ، وظهرت شبكة من الانهار فوق هذا السطح

---

(١) معدن أصفر مؤلف من الكبريت والحديد .... (المترجم)

واستمرت ظاهرة الارتفاع تلك خلال معظم عصر الاوليجوسين والميوسين الادنى ، وقد استوت خلالها مظاهر السطح فى شكل تضاريس خفيفة التموج ، مما أدى الى تكوين غطاء عام من التربة. وفى هذا الوقت يحتمل ان تكون أودية الانهار العريضة الضحلة قد وصلت الى منطقة شرق الاردن . ويتضح فى مظاهر السطح الحالية آثار الحركات " التكتونية " (الحركات الداخلية فى بطن الارض) وهى التى حدثت فى عصر الميوسين . وحفرت الانهار لنفسها مجارى عميقة فى أوديتها الضحلة القديمة ، كما انها حملت المواد المفتتة الى الاجزاء الدنيا من أوديتها حيث ارسبت لتكون رسوبيات جديدة ، وقد تباطأت عملية التعرية والتآكل هذه بسبب طغيان وطوفان البحر الهائل خلال عصر الميوسين الاوسط ، مما أدى الى اغراق الخلجان ومجارى الانهار ، ووقف انتقال مخلفات التعرية نحو البحر ، وخلقت الرواسب البحرية التى نجدها اليوم على ارتفاعات تصل الى ٤٠٠ متر . ولقد وصل البحر المقتحم الى الانخفاض (التكتونى) لمنطقة بير سبع ، ومنطقة بيسور ، ومنطقة العريش ، وأودية النقب الشمالى ، اما الحد الشرقى لهذا الطغيان البحرى فكان منطقة " بيرتخام وديمونة " . اما فى الجنوب فقد وصل ذراع من البحر الاحمر الى الوادى الاخدود حتى خط تقسيم البحر الميت والبحر الاحمر . وفى الوقت نفسه غطيت مساحات كبيرة من النقب الاوسط والشمالى بواسطة البحيرات سوى أعلى التكوينات ، مثل الجزر والمرتفعات . ولقد ارسبت فى ذلك الوقت الرمال والطمى وانواع الصلصال والحجر الجيرى ، والطباشير فى الاجزاء الوسطى من البحيرات على حين تكونت شواطئ الانهار من الصخور الضخمة المستديرة التى جلبتها الانهار التى كانت تتدفق فى البحيرات . ولقد جاء فى أعقاب طغيان البحر فى عصر الميوسين الاوسط انخفاض مطرد فى مستوى سطح البحر بحيث استمر حتى العصر الرابع الجيولوجى .

كما أعقب انحسار البحر انخفاض فى مستوى سطح البحيرات ومنسوبها . ولقد خلفت هذه البحيرات المنحسرة اسوارا على مختلف المستويات ، كما خلفت صخورا ضخمة اندمجت معا فيما بعد ، لتؤلف تكوينات صخرية هائلة . وتنتمى صخور (الهامادا) فى النقب الى هذه التكوينات من خلال عمليات التعرية وخلال عملية الانحسار هذه انفصل نظام البحيرات الى ثمانية تكوينات مائية مختلفة على الاقل : وهى بحيرة عربة التى تمتد من نقطة داخل البحر الميت الحالى جنوبا الى خط تقسيم البحر الاحمر والبحر الميت ، وبحيرة ديمونة (غرب ديمونة) ، وبحيرة " روتيم " شرق بحيرة ديمونة ، وبحيرة زين فى منطقة سدى بوكير ، وبحيرة عبدات التى تغطى جزءا من هضبة عبدات ، وبحيرة مشمار وبحيرة باران (داخل منطقة تصريف ناحال باران فى الوقت الحالى) وبحيرة جيون .

ومع جفاف البحيرات سارت مجارى المياه مع اتجاه خطوط الشواطئ المنحسرة ، واخترقت اسوار الانحسار وأواسط المنخفضات البحيرية وكان تصريف معظمها فى منطقة وادى عربة ، حيث استمر وجود نظام بحيرات حتى العصر الجيولوجى الرابع ، مع بحيرة تنحسر باطراد نحو منطقة سدوم ـ البحر الميت . وفى النقب الغربى يمتاز مسار البحر المنحسر بصخور قطعتها الامواج وبأسوار ناتجة عن عوامل التعرية ، وقد غطتها التكوينات الصخرية ، والفتات الصخرى المتراكم وبقايا القواقع البحرية ، والاحجار الرملية الساحلية والكثبان الرملية المتراكمة على شاطئ البحيرات ، والتى تصلب بعضها وأصبح يمثل صخورا ساحلية .

ولقد حدث فى وقت من الاوقات ابان عصر البلايستوسين ان انهار حاجز أرضى فى وادى " ازدراليون " شمال اسرائيل وعندئذ طغى البحر المتوسط ـ الذى كان منسوبه يعلو عن منسوبه الحالى بمائة متر ـ على وادى الاردن ومنطقة البحر الميت . ولقد أرسبت كميات هائلة من الاملاح الصخرية فى الاجزاء الدنيا لما يعرف اليوم باسم البحر الاسود . بحيث تكونت المادة الاصلية او الاساسية لجبل سدوم . اما فى عصر البلايستوسين (العصر الجليدى) فقد تعرض الجزء الشمالى من الكرة الارضية لفترات متعاقبة من الجليد ثم ذوبان الجليد ، وهى أحداث أثرت تأثيرا عميقا على منطقتنا ، وان لم تتعرض لظواهر الجليد . ففى أثناء العصر الجليدى انخفضت مناسيب البحار والتحمت كتل مائية هائلة فى شكل جليد فى القمم الجليدية وأدت بعد ذوبانها الى ارتفاع مستوى سطح البحر ارتفاعا كبيرا ، ومن ثم فلقد تغيرت مناسيب البحار من ارتفاع ١٤٠ مترا عن المنسوب الحالى (فى عصر البلايستوسين المبكر) الى ما يقل بمائة متر خلال اواخر العصر الجليدى . ونتيجة لذلك فان الرواسب التى تكونت خلال الفترات الانحسارية تتبادل مع الرمال الخشنة الحصيات والحجر الجيرى البحرى للفترات التى حدث فيها طغيان مياه البحار . ونجد كل هذه الظواهر فى الشريط الساحلى للنقب ، غربى التراكيب الطباقية لمنطقة النقب الشمالية .

وقد أثر العصر الجليدى على مناخ المنطقة . ولقد كانت أقرب الانهار الجليدية فى جبال ارمينيا وكردستان . وخلال العصر الجليدى كانت الرياح الرئيسية السائدة تتألف من كتل هوائية قارية جافة تهب فى اتجاه البحر المتوسط من الشمال الشرقى . وبتأثير هذه الرياح كان المناخ يتسم بالبرودة والجفاف . اما فى الفترات الدفيئة فيما بين العصور الجليدية ، فقد سادت المنطقة الرياح التى تهب من الغرب محملة بالامطار ، ومن ثم تحولت الاودية الى انهار تحمل المياه طوال العام ، كما كانت فى أقصى نشاطها فى دورة التعرية (التعرية والارساب) .

وتعتبر الرواسب الفيضانية فى مرتفعات النقب اهم الرواسب فى تلك الفترة ، وهى تتألف - جزئيا - من صخور قديمة متراكمة ، كما تتألف - جزئيا - من صخور صلصالية وطفلية رسوبية . وربما تكونت بحيرة " ليسان " خلال هذه الفترة مابين العصور الجليدية فى الوادى الاخدودى ، واذا كانت تتغذى اساسا من المجارى المائية من سلسلة جبال لبنان ، فقد وصلت اعلى مستوى لها (حوالى ٢٠٠ متر فى الارتفاع) خلال مرحلة سادتها الرطوبة مابين العصور الجليدية ، وان كانت قد جفت خلال العصر الجليدى الاخير الاعظم .

وبخلاف الصخور النارية من عصر ماقبل الكمبرى ، تكشفت تكوينات صخرية نارية عديدة من العصر الجيولوجى الوسيط والعصر الجيولوجى الحديث فى عدة مواقع فى النقب ولاسيما فى دائرة التعرية وسط النقب ، وهى تتخلل الرسوبيات الترياسية والجوراسية والطباشيرية الدنيا . وأضخم هذه التكوينات جبال " شين رامون " التى ترتفع لقرب من السلسلة الجنوبية عند " ماختشرامون " . وتحتوى نفس السلسلة على أكثر من مائة تكوين صخرى نارى ، يبلغ عرض بعضها مابين متر وثلاثة امتار ، ويمتد بعضها عدة كيلومترات . ولجبال (ماختشرامون) أبرز ظواهر الصخور النارية فى النقب الاوسط . وتلك هى الكتلة البازلتية الهائلة التى تنتمى الى العصر الطباشيرى الادنى ، والتى لابد ان تكون قد غطت ٥٠٠٠ كيلومتر مربع على الاقل ، كما ان ظاهرة التعرية قد حفرت فى الكتلة البازلتية تلالا مخروطية الشكل تكون تضاريس من القمم السوداء بالقرب من الركن الغربى لجبال (ماختش) .

اما أحدث ظاهرة للنشاط البركانى فترجع لعصر النيوجين (التكوين الجديد) او العصر الرابع الجيولوجى ، ولقد بقى جزء من بركان صغير يعود الى هذا العصر فى منطقة " ناحال عشوش " .

ان تضاريس النقب الحالية تتسم بطابع الصحراء ، اذ لاتوجد اغطية حقيقية من التربة الناتجة عن التعرية ، كما لاتوجد تكوينات مستديرة استدارة خفيفة ، وكذلك لاتوجد منحدرات متدرجة ، فالخطوط (الكونتورية) حادة ، مثل المنحدرات الحادة والصخور ، واكوام الفتات الصخرى فى اسفل الصخور (المنحدرات الصخرية) اى اكوام الحجارة) وطبقات البقايا الخشنة التى تغطى المنحدرات ، والمنحدرات او الجروف الحادة الحواف ، والسطوح الصخرية الخشنة والجبال المسطحة ذات الارتفاعات الحادة ، والقمم الحادة العالية . وتكون احواض المجارى مسطحات من الحصباء

او الحصى الضخم ، وتفتت التكوينات الرخوة الى تراب مسحوق . اما العوامل الرئيسية التى تتحكم فى تكوين هذه التضاريس الصحراوية الشاذة فهى قوى المقاومة التفاضلية (اى المختلفة) لمختلف الصخور بالنسبة لعوامل التعرية ، والتركيب الجيولوجى العام ، والظروف (التكتونية) لطبقة معينة من الطبقات .

الفصل السابع

نظام الزراعة المطرية القديمة فى النقب

ما أن قامت دولة اسرائيل عام ١٩٤٨ حتى بادر كثير من العلماء والباحثين الى دراسة امكانيات النقب ، لان تلك المنطقة الصحراوية ، كانت تمثل أكثر من ٦٠٪ من الدولة الجديدة . وكان من بين هؤلاء العلماء أعضاء الجامعة العبرية من أقسام الآثار والنبات والجيولوجيا والجغرافيا ، كما كان من بينهم علماء وفنيون من وزارة الزراعة ومصلحة الجيولوجيا التابعة للحكومة بل وكان بين العلماء الزائرون من الولايات المتحدة مثل " و . س . لودرميلك " و " نيلسون جلوك " . وقد عملت كل مجموعة فى مجالها التخصصى مثل النبات ، واستخدام الارض ، والموارد المعدنية والمائية ، وهكذا . ولم تتبادل المجموعات المعلومات فيما بينها الا فيما ندر .

وبالرغم من ذلك فقد لاحظ جميع الباحثين أطلال ست مدن قديمة ، كما لاحظوا البقايا المنتشرة للأسوار الحجرية التى كانت تغطى الآلاف من (الهكتارات) وكانت تلك الاسوار الحجرية تنتمى الى انماط معمارية عديدة ، فقد بنى بعضها على شكل شرفات عبر الاودية . وان كان بعضها كذلك يعبر بطريقة بلهاء سفوح التلال الحجرية الجرداء ، ولم يكن ثمة من يدرى وظيفة هذه الابنية القديمة فى الصحراء .

ولقد اعتمد الجميع على ملاحظات العالم بالمر خلال عام ١٨٧٠ وملاحظات العالمين (وولى) و (لورانس) ، عام ١٩١٥ ، ولكن لم يكن هنالك من يدرك حقيقة الهدف والترابط بين الانماط العديدة من الاسوار الحجرية . كما لاحظوا كذلك مساحات كبيرة من الجبال الحجرية الصغيرة والقطاعات المحددة على جوانب التلال . لقد كانت تلك الظاهرة التى وصفها العالم " بالمر " باسم " تليلات* "العنب " تمثل لغزا بالنسبة لكافة الباحثين .

---

* تليلات : مصغر تل .

اما فى عام ١٩٥٤ فقد قررنا نحن المؤلفين الثلاثة تكوين فريق أبحاث لحل هذا اللغز الذى تشكله الاسوار الحجرية القديمة فى المنطقة . لقد درسنا بادئ ذى بدء تلك المنطقة بالبحث فى ملفات القوات الجوية الاسرائيلية ، للعثور على صور جوية فوتوغرافية مناسبة ، بيد انه لم يكن هناك الا النزر اليسير من الصور التى تغطى منطقة النقب بحيث تناسب الهدف الذى نسعى اليه . ولم يكن من بين الصور ماهو ذو قيمة حقيقية سوى الصور المأخوذة فى الصباح المبكر . او بعد الغروب بقليل لان الظلال المستطيلة فى هذه الصور كانت تبرز كثيرا من الاثار المنخفضة التى كنا بصدد البحث عنها .

ولقد استخدمنا فى البداية صورا جوية رأسية نمطية بمقياس رسم ١ : ٢٠٫٠٠٠ ، وبعد ذلك قمنا بتكبير المناطق المحددة التى تهمنا الى مقياس رسم من ١ : ٢٠٠٠ ، ١ : ٥٠٠٠ ، وكانت هذه الصور الجوية هى المفتاح لرحلاتنا الميدانية . ويمكن للمبتدئ ان يفرق بين الاسوار المبنية فى شكل مشرفات والتى تعبر الوادى فى وسط الصورة وبين الخطوط المائلة (والابنية الحجرية) على جانبى الصورة . ويوضح الفحص الدقيق ان السور الحجرى يحيط بالمناطق المسورة .

واذ استندنا الى هذه المعلومات بدأنا سلسلة من الرحلات الميدانية الى المنطقة يبلغ عددها سبعين . وقد استغرقت كل رحلة ميدانية ما بين ٣ - ٤ أيام درسنا خلالها منطقة معينة على الطبيعة ، وقمنا برسم خرائط لها على مائدة مسطحة مستخدمين الصور الجوية كأساس لعملنا ، اما التفاصيل ذات الاهمية الخاصة فهى ترسم على مقياس رسم ١ : ١٠٠٠ أو ١ : ١٥٠٠ كما اننا نظمنا عددا من الرحلات الجوية الخاصة بطائرات من طراز (بايبر كاب) وطائرات الهليكوبتر فوق المنطقة ، وكانت طائرة البايبر كاب مناسبة تماما لهدفنا ، لانه كان يمكن فتح احد جوانبها فتحا كاملا ، ويستطيع الراكب بعد ربط نفسه فى المقعد ان ينحنى للخارج ، ويلتقط صورا فوتوغرافية مائلة رائعة للتفاصيل الدقيقة .

ولقد لفتت انظارنا خلال هذه المرحلة من الدراسة ظاهرتان مختلفتان : آثار ست مدن صحراوية ، والشبكة الكثيفة من الحقول والمزارع والاودية المسورة والسهول الفيضانية القديمة . وأفضل ما بقى من آثار هذه المدن ماوجد فى مناطق " عبدات ، وشفتاه ونيتزانا . اما المدن التى اندثرت آثارها فهى " قرنب " و " خالوتزا " و " رخيبة " لكن الانظمة الزراعية ظلت باقية فى منطقة النقب كلها ، وخاصة فى مناطق نيتزانا ، وشفتاه وعبدات . ومع استمرارنا فى العمل وجدنا انه لم يكن هناك ميل مربع واحد من التربة ومنها

سفوح التلال الجرداء الا استغل فى الزراعة فى المنطقة التى تبلغ مساحتها ٢٠٠٠٠ هكتار بين منطقة قرنب ونيتزانا . ولقد دلت ملاحظاتنا على انه يمكن تصنيف هذه الانظمة الزراعية الى ثلاثة انواع : الأودية الضيقة المسورة ، ومجموعات الحقول والمزارع المنزلية المسورة ، والاسوار الممتدة الطويلة فوق السهول الفيضانية الملاصقة للاودية الكبرى فى المنطقة.

١ — الأودية المستقلة (المنفصلة) المسورة

تبدو الأودية الفرعية فى بعض المناطق فى شكل صفوف متراصة من درجات السلم اذ نظرت اليها من الجو. ويدل الفحص الميدانى على ان كل درجة من درجات هذا السلم ليست فى الواقع الا سورا له جدار حجرى مبنى على زوايا قائمة مع الوادى . وفيما وراء الجدران يمتلئ الوادى بتربة طفلية . اما المسافات بين جدران السور فهى مابين ١٢ — ١٥ مترا ، ويتراوح طولها عبر الاسوار (المصاطب) من ٦ الى ٢٠ مترا ، ويعتمد على انحدار حوض الوادى ، وترتفع هذه الجدران مابين ٦٠ الى ٧٠ سنتيمترا بالقياس الى ادنى سور او مصطبة ، وهى مبنية من طبقات من خمس الى سبع من الحجر ، وفوق الطبقات العليا والدنيا من الجدران تنمو حشائش قصيرة غير صالحة للاكل وهى تساعد فى تثبيت الارض .

ويمكن استنتاج الوظيفة الزراعية للاودية المسورة او ذات المصاطب من تكوينها ذاته ، ومن ملاحظات الفيضانات والسيول الجارفة ، ففى داخل هذه الاودية المسورة تتدفق مياه السيول بهدوء من مصطبة الى مصطبة ، وخلال تدفق السيل تتسرب بعض المياه مباشرة الى تربة المصطبة ، ويخزن جزء آخر خلف اسوار المصطبة ، ويتسرب فيما بعد الى التربة . ومن ثم فهذه المصاطب ابنية قديمة تكونت للتحكم فى عوامل التعرية والسيول ، وساعد تشبع تربة المصاطب بالمياه على استخدامها فى الزراعة ، ويعمل بعض رجال البدو والمغامرين فى الوقت الحاضر على استزراع هذه المناطق بالشعير بعد وصول سيول الشتاء المبكرة ، ويمكن فى حالات كثيرة اعتبار حاصلات هذه المناطق طيبة بمقاييس هؤلاء البدو .

وتعد انظمة الاودية المسورة او ذات المصاطب ابسط انظمة استخدام مياه السيول وأكثرها بدائية فيما شاهدناه فى منطقة النقب ومع انه يتعذر علينا ان نسوى بين اصطلاح (البدائى) واصطلاح (العريق فى القدم) فاننا نشعر ان هذه الانظمة كانت أكثر عراقة فى القدم منذ ان عثرنا على موقعى (رامات ماتريد) بالقرب من هذه النظم

الزراعية ، ولم نكن على يقين من ان تلك المواقع والأودية متصلة فيما بينها ، ولكن الصورة العامة التى اتضحت من المسح الذى قمنا به أكدت لنا ان هاتين الظاهرتين البارزتين فى رامات ماتريد تنتميان الى نفس العصر .

وشلما يستخدم البدو حتى الان بعض هذه الاودية المسورة كانت تستخدم كذلك عبر العصور فى كل الحضارات فوق أرض النقب .

٢ — مجموعات الحقول المسورة (ذات المصاطب) والمزارع المنزلية

من الظواهر الأكثر شيوعا فى المنطقة بالقرب من المدن القديمة مجموعات الحقول المسورة ذات المصاطب التى تكتنفها الاسوار الحجرية ، ويلاصق السور ، وفى داخل حدوده كنا نعثر دائما على آثار احدى المزارع او احد ابراج المراقبة ، وكان للمزرعة أو لدار المزرعة ثلاث أو أربع غرف ، ومطبخ ، وحوض مياه تحت الارض وبعض مرافق التخزين . وكانت مثل هذه الوحدات الزراعية الصغيرة تقع دائما فى الاودية الفرعية الصغيرة المحاطة بسفوح التلال الجرداء . وفوق سفوح التلال هذه يكمن المفتاح لفهم وظيفة هذه الوحدات الزراعية أو اسلوب عملها . ان الخطوط المائلة التى تمتد على سفوح التلال فى اتجاه الحقول ذات المصاطب هى قنوات تجميع مائية ، تجلب مياه الامطار الى الحقول . وسوف نبحث فى الفصل التاسع بالتفصيل كيفية تكوين المياه المطرية فى صحراء النقب ، ويكفى الآن القول بان المياه المطرية هى الفائض من سقوط المطر الذى لا يتسرب الى التربة بل يتدفق فوق سفوح التلال ، ليكون السيول التقليدية المأثورة المندفعة فوق أراضى الصحراء .

وقد وجدنا الآلاف من هذه الوحدات الزراعية . ودرسنا على الطبيعة حوالى مائة وحدة زراعية ، ووجدنا انها جميعا تتسم بنفس الظاهرتين الاساسيتين : المساحة الزراعية المسورة اى ذات المصاطب فى قاع الوادى ، ومنطقة تخزين امطار مقسمة الى مناطق فرعية صغيرة فى شكل قنوات مائية . وقد جمعت هذه القنوات مياه الامطار من سفوح التلال نحو منطقة الحقول ، ومن ثم نطلق على هذه الوحدات الزراعية اسم المزارع المطرية .

وتعتبر مزرعة بوام بالقرب من عبدات نموذجا مبسطا غير معقد للمزرعة المطرية (التى تعتمد على تصريف مياه الامطار) وهى تقع على بعد حوالى ٣ كيلومترات من مدينة عبدات القديمة ، كما تقع فى واد صغير يبدأ على ارتفاع ٥٠٠ متر من نقطة دخوله المزرعة ،

ويمكن استكشاف تسع قنوات مائية بسهولة على احد جانبى المزرعة ، كما أن الفحص الميدانى أوضح ان هناك قنوات أصغر على الجانب الاخر من التلال . ويؤدى الوادى والقنوات التى تصريف المياه فى مساحة تقدر بنحو ٥ر١٧ هكتار ولقد شهدت هذه القنوات فى الاصل بوضع احجار غير مهذبة لتكوين نوع من الضفة او الحافة او الخاخلة لاتنيبار ارتفاعها على ١٥ سم (خمسة عشر سنتيمترا) وكانت الفجوات بين الاحجار تملأ بالاحجار الصغيرة وبالتربة المستخرجة من الارض الضحلة .

اما المزرعة الاصلية التى تغطى مساحة قدرها ٦ر٠ هكتار فهى محاطة بسور ارتفاعه ٥ر١ متر مبنى من الحجر المقطوع من أحجام مختلفة ، وعند دخول القنوات والوادى الى المزرعة فتحة خاصة فى السور لتمكين المياه من دخول المزرعة ، وهذه الفتحات بوابات جيدة البناء أو أبنية منخفضة اى درجات حجرية مقامة داخل السور .

أما داخل المزرعة فهنالك تسعة جدران للمصاطب تقسم مساحة المزرعة الى عشرة مصاطب او أسوار ذات أحجام متساوية تقريبا وجدران المصاطب هذه ترتفع ارتفاعا يتراوح بين ٥ر١ و ٨ر١ متر وهى مبنية من صفوف الاحجار المقطوعة ، وتبرز فوق المصاطب العليا بارتفاع يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ سنتيمترا ، وفى كل مصطبة شيد بناء منخفض جيد لنقل فائض المياه من المصطبة العليا الى المصطبة الدنيا . اما ادنى جدران المصاطب فتتصل بالسور الحجرى وهو بناء أضخم من الجدران الاخرى للمزرعة .

اما مزرعة (يهودا) القريبة من منطقة عبدات فهى وحدة زراعية أكثر تعقيدا وتطورا . وينطوى تخطيطها على مساحة مسورة او ذات مصاطب تبلغ ٢ر٢ هكتار تستقبل مياهها المطرية من مجمع امطار تبلغ ٧٠ هكتارا . ومجمع الامطار او منطقة تجميع الأمطار يتصل كل منها مباشرة بحقل معين فى الوحدة الزراعية . وقد بدأت بعض الوحدات على الهضبة فوق المزرعة ، وجمعت مزيدا من تصريف الامطار هناك . ويبدو أن المستوطنين القدامى قد قسموا أولا السفح المنحدر ، من أجل توجيه تصريف الامطار الى الحقول ثم وسعوا هذه القنوات لتصل الى الهضبة من أجل تخزين المزيد من المياه ، ولما كان لكل حقل منطقة تجميع امطار منفصلة فقد كانت مياه تصريف الامطار خلال العاصفة المطرية تقسم تلقائيا بين الحقول .

وتعتبر مزرعة مشيل بالقرب من منطقة (شفتاه) مثالا طريفا للمزرعة التى تعتمد

على تصريف مياه الامطار (المزرعة المطرية) وتقع المزرعة وسط واد فرعى ، وداخل حدود المزرعة وجدنا آثار منزل مكون من أربع غرف ، وهناك ثلاث قنوات مائية طويلة محفورة فى سفح التل ومدعمة بسور حجرى منخفض فوق الجانب السفلى للتل يؤدى الى المزرعة . وللقناة العلوية فرع جانبى ينقل المياه المطرية من خلال فتحة صغيرة فى السور ، ومن خلال السور الخارجى للمنزل الى حوض تحت الارض محفور تحت المنزل . ويمكن توجيه فائض المياه من الحوض السفلى الى المساحة المنزرعة . ومن السمات المميزة لهذه المزرعة الابنية الهابطة وأوعية التقسيم التى يشيدها الزراع بحيث تتوافر له السيطرة التامة على السيول المفاجئة عندما تقتحم عليه مزرعته . ويمكن ان نرى بسهولة مدخلين من الحجر يحيط بكل منهما حجران معتدلان وأخدودان رأسيان . ويمكن ادخال جزء حجرى مسطح او جزء خشبى مسطح داخل الاخاديد ، بما يساعد المزارع على ان يفتح او يغلق كل بوابة على حدة من وعاء او صندوق التقسيم . وتتصل كل بوابة بخندق او حفرة مبطنة بالحجر ، تتيح للمزارع ان يوجه المياه المطرية الى اى مصطبة من المصاطب .

وتعتبر السمات الرئيسية لهذه المزارع الثلاث نموذجية ومشتركة بالنسبة لكل المزارع التى قمنا بمسحها . وقد كانت كل وحدة زراعية من هذه الوحدات تشمل مساحة منزرعة ومساحة لتجميع الامطار ، وكان حوض تخزين مياه الامطار ، وحقول المصاطب تكون معا ، وحدة متكاملة ، هى وحدة المزرعة التى تعتمد على المياه المطرية او تصريف مياه الامطار . وحين قمنا بقياس الحجم النسبى لهذين العنصرين فى حوالى مائة مزرعة ، وجدنا أن

$$\text{النسبة } ر = \frac{\text{مساحة حوض تخزين المياه}}{\text{مساحة الحقول المزروعة}}$$

تتراوح بين ١٧ : ١ ، ٣٠ : ١ بقيمة متوسطة تبلغ ٢٠ : ١ .
(ر = مزرعة يورام ، وهى تعادل مثلا ٢١ : ١
وقيمة (ر) ساعدتنا على تقدير كميات الماء المحتملة فى مناطق تخزين مياه الامطار .

وان المبدأ الاساسى لهذه الطريقة غاية فى البساطة وعلى نحو ما أوضحنا فى الفصل الرابع ، فان الجزء الاكبر من تصريف مياه الامطار فى المنطقة يسقط على شكل رخات خفيفة نسبيا تتراوح بين ٣ : ١٠ ملليمتر فى وقت واحد وتكون التربة الطفلية التى تميز تلك المنطقة (انظر الفصل الخامس) قشرة مميزة عندما تبللها الامطار ، وسرعان ماتصبح تلك القشرة غير نفاذة بالنسبة للمطر ، ومن ثم تتكون مياه مطرية ولو كان المطر خفيفا ، على حين تسبب الامطار الغزيرة السيول المفاجئة المأثورة فى الصحراء . وهذه الخاصية المميزة

للتربة الطفلية هي التي ساعدت المزارعين القدامى على تجميع المياه من سفوح التلال حتى في ظروف سقوط المطر الصحراوي الشحيح .

وتعتبر كمية المياه المطرية المجمعة دالة من بين دلالات حجم مساحة منطقة تخزين المياه . وكلما اتسع نطاق حوض تخزين مياه الامطار ، زاد الحجم الكلي للمياه . ولقد زاد المزارعون القدامى من أحواض تخزين مياه الامطار الطبيعية لمزارعهم بتوسيع قنوات ومجاري المياه ومدها الى الهضاب التي ترتفع عن حقولهم ، على نحو ماتوضحه مزرعة (بهودا) والى اماكن تخزين مياه الامطار الاخرى لاحواض التصريف القريبة . وكان لكل وحدة زراعية (مزرعة) مساحة لتجميع المياه محددة بوضوح ، تكون نصيبها من المياه . ولما كان كل متر مربع من كل سفح من سفوح التلال يخصص لانصبة المياه المحددة ، فقد ظهر نظام دقيق ومعقد من حدود مناطق تخزين مياه الامطار وكان عليه ان يؤدي هذا بدوره الى سرقة المياه ، ومن أجل حماية انصبة المزارع وحقوقه المائية كان القانون يضمن هذه الحقوق على نحو ماجاء في وثائق ونصوص نيتزانا (راجع الفصل الثامن) .

ويمكن الآن وضع تقدير لكميات المياه الناتجة عن مناطق تخزين مياه الامطار . لقد ثبت لنا تجريبيا - راجع الفصل التاسع - ان الكمية الكلية لتصريف مياه الامطار تشمل مابين ١٥ الى ٢٠ ٪ من الترسيب السنوي الكلي ، وهذا يتوقف على طبيعة سقوط الامطار وطبيعة خط تقسيم المياه ، ومعنى هذا ان مابين ١٠ - ٢٠ ملليمتر من متوسط سقوط الامطار سنويا من حوالي مائة (١٠٠ ملليمتر) تتحول الى تصريف مطري اي مياه متخلفة عن الامطار تتسرب الى باطن الارض ومن ثم فان كل هكتار من مساحة تخزين المياه تقدم ما متوسطه ١٠٠ - ٢٠٠ متر مكعب من المياه المطرية (كل ملليمتر واحد يعادل عشرة امتار مكعبة من المياه في الهكتار) ولما كانت نسبة مساحة تجمع مياه الامطار الى المساحة المنزرعة (ويرمز الى هذه النسبة بحرف "ر") هي ٢٠ : ١ ، فان كل هكتار من الارض المزروعة مما يتلقى تصريفا مطريا لعشرين هكتار من المنحدرات تتوافر مابين ٢٠٠٠ الى ٤٠٠٠ متر مكعب من مياه التصريف المطري ، بالاضافة الى ١٠٠٠ متر مكعب يتلقاها من الامطار مباشرة ، ومن ثم فان المساحة المنزرعة من المزرعة التي تعتمد على تصريف الامطار تتلقى مايعادل امطارا تسقط بمعدل ٣٠٠ - ٥٠٠ ملليمتر ، وان كان الترسيب لا يتجاوز (١٠٠ ملليمتر) وهذا التقدير ليس الا تقديرا نظريا فحسب ، كتوضيح لمبدأ الزراعة المطرية او زراعة تصريف مياه الامطار . وسوف نتناول في الفصل التاسع التفاصيل الدقيقة لميكانيكية التصريف المطري .

اما قنوات ومجاري سفوح التلال التي تجمع مياه الامطار فهي تؤدي عملا بالغ الاهمية . وهذه القنوات والمجاري صغيرة في المعتاد وذات أقسام متقاطعة مساحتها حوالي ١ر٠ متر مربع وان كان بعضها يصل الى ٤ر٠ متر مربع . وكانت هذه القنوات دائما تجمع تصريف مياه المطر من مساحات صغيرة نسبيا تصل احيانا من ١ر٠ الى ٣ر٠ هكتار ولا تزيد في العادة على ٠ر١ الى ٥ر١ هكتار ، ومن ثم فان القنوات تقسم منطقة التصريف الى عدد من أحواض تخزين مياه الامطار الصغرى ، وتؤدي كل قناة في الغالب التصريف المائي المطري الى حقل محدد من المصاطب وعلى هذا النحو ، فان المياه المطرية تقسم الى مجار مائية صغيرة ومن ثم تمنع السيول المفاجئة الضخمة . ولم تكن هذه المجاري المائية الصغيرة تحتاج الا الى أبسط الابنية الهندسية ، كما كان من السهل على المزارع ان يتولى أمرها خلال فترة السيول القصيرة . كما ان الابنية المنحدرة وقنوات التصريف وأوعية التقسيم أو احواض التقسيم اتاحت كلها للمزارع سيطرة تامة على توزيع المياه في المزرعة .

كما ان القنوات الخاصة بتصريف فائض المياه والابنية المنحدرة قد ساعدت على حماية الارض من عوامل التعرية ، ولم تتبدد كميات المياه وساعد تصميم هذه الابنية المزارع على ري المصاطب طبقا للأولويات .

وكانت وظيفة اسوار المصاطب تثبيتها والسماح لتيار المياه بالتخزين في الحقل المسور حيث يمكن ان تتشبع بها التربة ، ثم التخزين للاستخدام اللاحق للمحاصيل .

٣ - أنظمة التحويل

على خلاف النظامين السابقين اللذين استلزما القليل من الاجهزة الهندسية البسيطة فحسب ، كانت انظمة التحويل تستلزم تشييد ابنية ضخمة ، وفضلا عن ذلك فلم تكن هذه الابنية تقوم على أساس خطوط صغيرة لتقسيم المياه ، بل على تحويل السيول الكبيرة المفاجئة من الاودية الفسيحة . على ان انظمة التحويل كانت أقل شيوعا من المزارع التي تعتمد على التصريف المطري ولا توجد الا ملاصقة للأودية الرئيسية القليلة .

ونجد مثالا واضحا لنظام التحويل بالقرب من منطقة "قورنوب" . وتقطع وادي قورنوب منطقة ضيقة شديدة الانحدار عبر سلسلة من الحجر الجيري تمتد مسافة كيلو مترين جنوبي مدينة قورنوب القديمة ، وعند وصول المدخل الضيق الى سهل طريب ، كان المستوطنون القدامى قد شيدوا قناة كبيرة لتحويل جزء من فيضان المياه من وادي قورنوب من حوض

التصريف الذى تقدر مساحته بنحو ٢٧ كيلومترا مربعا الى نظام متسع وممتد من الحقول المسورة ذات المصاطب التى تغطى من ١٠ الى ١٢ هكتار . اما خزان التحويل الاصلى فى وادى (قرنوب) فقد اندثر تماما ، ولم يكن يزيد على بناء صخرى بسيط يرفع منسوب المياه بمقدار ٣٠ ـ ٥٠ سنتيمترا فى القناة . اما قناة التحويل فهى بناء حجرى مشيد تشييدا جيدا بعرض ٥ ـ ٩ أمتار وبانحدار نسبته (١ : ٢٠٠٠) لطول يبلغ ٤٠٠ متر ، كانت القناة توصل المياه الى سلسلة من الحقول الفسيحة ذات المصاطب وكلها ذات حالة جيدة .

وكانت المصاطب بشكل عام فى اتجاه مستعرض ، وان كانت ذات ميل طفيف (٢ : ١٠٠٠ الى ٤ : ١٠٠٠) فى اتجاه تدفق المياه ، وكان فائض المياه من المصاطب ينساب الى المصطبة الادنى من خلال ابنية منحدرة .

وتبرز هذه الارقام اختلافا اساسيا بين الوحدات الزراعية وبين انظمة التحويل ، فالمساحة المزروعة فى تلك الوحدات (المزارع) صغيرة ، وتكاد الا تتجاوز ٠٫٥ هكتارات ، ومن ناحية أخرى فان حقول وحدات التحويل تغطى مساحة عشرات او مئات الهكتارات .

وفضلا عن ذلك فان كمية المياه بمعدل مساحة الوحدة لخطوط تقسيم المياه الكبرى تعتبر منخفضة بالقياس الى خطوط التقسيم الصغرى ، ويبرز هذا بوضوح اذا استخدمنا الارقام السابقة من أجل اجراء تقدير نظرى لمقادير المياه المحتملة من خط تقسيم مياه كبير . وقد اثبتت لنا تجاربنا الزراعية انه الى جانب سقوط المياه لابد من توفير ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ متر مكعب من مياه التصريف المطرى لكل هكتار سنويا ، من اجل استزراع محصول من المحاصيل .

ومعنى هذا ان المساحة التى تقدر بـ ٢٧ كيلومترا مربعا من خط تقسيم المياه فى منطقة (قرنب) توفر حوالى ٢٠٫٠٠٠ الى ٣٠٫٠٠٠ متر مكعب سنويا لمساحة عشرة الى اثنى عشر هكتارا من المصاطب المزروعة . وهذا يصل الى أقل من ٢ % من التصريف المطرى السنوى على مساحة كبيرة ، حيث ان ١٠٠ ملليمتر من المطر التى تسقط على ٢٧ كيلومترا مربعا تعطى ٢٫٧٠٠٫٠٠٠ متر مكعب ، وتنتشر هذه الكمية فوق (١٠ ـ ١٢) هكتارا ويمكن لقناة التحويل ان تنقل مثل هذه الكمية خلال فترة من سبع الى عشر ساعات بمياه يبلغ عمقها من ٤٠ سم الى ٦٠ سم . وهذا التصريف المطرى الذى يتقدر بنسبة ٢ % فقط قليل الفاعلية والتأثير اذا قورن بالتصريف المطرى الذى يقدر بنسبة ١٠ % الى ٢٠ %

التى تتوافر من تجمعات المياه الصغيرة .

وبعد ان كنا قد بدأنا الدراسة المستفيضة لنظام منطقة (قرنب) أدركنا اننا لا نتعرض لنظام واحد فحسب ، بل نتعرض لثلاثة نظم على الاقل ، يوجد كل نظام منها فوق النظام السابق عليه . وقد اتضح ان هذه الاسوار قديمة ترجع فى تاريخها الى ما قبل انشاء الاسوار التى تظهر على السطح فى الوقت الحاضر .

اما أقدم النظم فهو الذى نسميه المرحلة (١) فقد اقيم حين كانت المياه تتدفق بشكل طبيعى فى منخفض ضحل فى السهل الفيضانى القديم ، وذلك فى فترة كان الوادى فيها يقطع اخدودا خلال التربة الفيضانية ويمكن العثور على بعض اسوار المرحلة (١) على جانبى الوادى ، مما يدل على انها ترجع فى تاريخها الى ما قبل مرحلة الاخدود فى وادى (قرنب) ، فقد بنيت فى الاصل لتثبيت المنخفض الضحل ، ولم توسع الا فيما بعد لتوصيل المياه الى السهل الفيضانى . ولقد زادت اسوار التثبيت هذه من ترسيب الطفل الفيضانى فى المصاطب ، ومن ثم ارتفع مستوى المصاطب تدريجيا .

وفى مرحلة من المراحل سواء عن طريق ظروف الفيضانات او السيول الطبيعية او بسبب هجر السكان للمنطقة لاسباب تاريخية ـ حطمت السيول اسوار التثبيت ، ونشأ عن ذلك واد متزايد فى العمق يخترق ذلك النظام .

اما الذين استخدموا المنطقة بعد ذلك فقد واجهوا مشكلة مختلفة تماما ، فمياه التصريف المطرى لم تعد تتدفق فى المنخفض الضحل ، بل كانت تتركز فى الوادى تحت السهل الفيضانى بمتر او مترين ، وكذلك كان عليهم رفع المياه من قاع الوادى واقامة نظامهم على اساس بناء تحويل لتوجيه المياه الى المصاطب ، وتلك هى المرحلة (٢) او ما نسميه بالمرحلة الثانية اى نظام التحويل الصحيح الذى وصفناه من قبل . كما كشف الفحص الدقيق عن حدوث تطورات عديدة لتلك المرحلة الثانية ، فقد وجدنا عدة تحويلات فى الاجزاء الدنيا من الوادى بما يدل على ان ارتفاعات المصاطب كانت ترتفع باستمرار ، بسبب عملية ترسب الطفل ، ومن ثم كان لابد من تشييد ابنية تحويل جديدة على ارتفاعات ومناسيب أعلى من أجل التحكم فى المنسوب القاعدى للوادى .

اما المرحلة (٣) او المرحلة الثالثة ، وهى النظام اللاحق زمنيا فهى تظهر

بوضوح في احد الحقول ، ويبدو انه قد شيد بعد ان كانت قناة التحويل قد امتلأت بالطفل ، وليست هذه المرحلة أكثر من تحويل جزء من القطاع الادنى من نظام التحويل الى الزراعة المطرية . والمساحة المزروعة من هذه الارض التى تعتمد على التصريف المطرى لم تكن تغطى سوى ثلاثة هكتارات ، وتحصل على مياهها من مجمعين صغيرين للمياه يبلغ حجمهما ٣٥ هكتارا ويقعان على مرتفع قريب من المزرعة ، وليس من المياه الاصلية من وادى (قرنب) اما التصريف المطرى من مجمع مياه الامطار الى المزرعة فقد كان ينقل عبر اراض صخرية شديدة الوعورة . وكان الجزء الادنى من نظام النقل او شبكة النقل يتألف من قنوات تصريف مطرى تقليدية ، اما فى الجزء العلوى ، فقد كانت الاودية الطبيعية تقوم بمهمة نقل المياه . وحين كانت القنوات تعبر الاودية كانت خزانات التحويل الحجرية الصغيرة تحول فائض التصريف المطرى من الوادى الى القنوات . ومن السمات الطريفة والنادرة فى هذا النظام نقل مياه التصريف المطرى عبر الوادى عن طريق قناة مائية حجرية .

أما آخر من استخدم المنطقة فقد كانوا هم البدو والرحل الذين استغلوا الحقول الواقعة بين الاسوار المتهدمة للمصاطب فى الزراعة الموسمية .

ولقد قمنا بفحص نظامين للتحويل : احدهما فى منطقة " ناحال عبدات " والآخر فى " ناحال لافان " (وادى عبياد) وكلاهما أكبر مساحة وأكثر تطورا من نظام تحويل المياه فى منطقة (قرنب) . وان كان كلاهما يعملان بنفس الاسلوب ، الا وهو استغلال التصريف المطرى لمجمعات مياه امطار كبيرة عن طريق قنوات التحويل . كما انهما يدلان على التطور التاريخى فى نفس الاتجاه .

وسوف نصف نظام (ناحال لافان) ، لانه يمثل النظام الاكبر ، كما انه قد خضع لدراسة مستفيضة ، ويحتمل انه كان كذلك من أكبر نظم تحويل المياه فى هضاب النقب . ويقع هذا النظام بالقرب من مدينة (شفتاه) القديمة ، ويبدأ حوض تصريف (ناحال لافان) عند الهضبة العليا (لراماث ماتريد) كما يتضمن مساحة ضخمة من التلال الجرداء التى تنتمى الى العصر الايوسينى . ان السيول المنهمرة التى كانت تندفع فوق سفوح التلال قد اقتطعت واديا عميقا عبر السهول الفيضانية . اما السهل فيضيق فى الاجزاء العليا (عرض ١٠٠ الى ٢٠٠ متر) ، ويتسع أكثر من كيلو متر فى الاجزاء الدنيا ، ونعثر على بقايا الاسوار القديمة ، (المصاطب والقنوات فى جميع السهول الفيضانية) . ويبلغ ارتفاع بعض الاسوار من أربعة الى خمسة امتار ، وتمتد بعض القنوات أكثر من كيلو متر

طولا ، وما بين خمسة الى عشرة امتار عرضا ، وما بين مترين الى ثلاثة امتار عمقا . ولقد جذب اهتمامنا ذلك الامتداد الكبير لتلك الابنية ، فقد اخترنا مساحة تغطى ٢٠٠ هكتار للدراسة التفصيلية ومساحة التصريف عند هذه المنطقة تبلغ ٥٣ كيلومترا مربعا .

ولقد كشف الفحص الدقيق للمنطقتين وجود أكثر من نظام للتحويل ، يعلو كل منها الآخر ، ولم نستطع لمدة طويلة ان نكشف عن الدقائق المعقدة لكل فترة ، بل لم نكن نستطيع ان نفرق بين تلك النظم . على ان تصنيف الانماط العديدة لابنية تصريف فائض المياه المطرية التى عثرنا عليها فى المنطقة قد ساعدنا على تصور التطور التاريخى لتلك المنطقة . ويمكن تقسيم أبنية تصريف المياه التى كانت بمثابة منحدرات لنقل المياه من المصطبة العليا الى المصطبة الدنيا الى ثلاث فئات متميزة :

(١) قنوات تصريف تمتد طبقتها الخارجية نحو ٣٠ مترا الى ٦٠ مترا وهى قادرة على نقل سيول تبلغ فى حجمها عشرة امتار الى ثلاثين مترا مكعبا فى الثانية .
(٢) قنوات تصريف تمتد طبقتها الخارجية من ثلاثة أمتار الى ثمانية امتار وهى قادرة على نقل سيول تبلغ احجامها ما بين متر الى خمسة أمتار فى الثانية .
(٣) قنوات تصريف صغيرة تصل الى متر واحد فى الاتساع للسيول التى تقل عن متر مكعب فى الثانية .

وقنوات التصريف من الفئة الاولى والمجموعة الاولى لم تكن تتصل بأى اسوار حجرية ، فكانت منعزلة فى الحقول مثلها مثل الابنية الضخمة المهجورة . ولقد ظننا فى البداية ان الاسوار الحجرية كانت قد اتصلت ، ثم قام المستوطنون فى العصور المتأخرة بقطع هذا الاتصال ، لكننا لم نكن نفهم السبب فى انهم قد خلفوا الاحجار الجميلة لقنوات التصريف . على ان رحلات الاستكشاف الجوية بطائرات الهيليكوبتر قد كشفت لنا من الجو ان هذه القنوات الحجرية الفسيحة كانت تتصل بخطوط غير واضحة لم نتبينها على الأرض ، ولقد اثبت الفحص الميدانى اللاحق ان هذه الخطوط هى بقايا ضفاف ترابية كانت تمتد عبر السهل الفيضانى . وهذه القنوات والسدود الترابية كانت تستخدم عندما كانت منطقة (ناحال لافان) مجرد منخفض ضحل ، لا المجرى المائى العميق الذى نراه اليوم . ولقد بنيت الضفاف الترابية من اجل توصيل مياه التصريف المطرى عبر السهل الفيضانى وعبر القنوات الحجرية الواسعة الى الحقول بين هذه الضفاف . وكانت القنوات قادرة على تصريف سيول تصل الى ١٠٠٠٠٠ متر مكعب فى الساعة . وهذا النظام فى نقل المياه يماثل المرحلة (١) او المرحلة الاولى من تطور السهل الفيضانى فى وادى (قرنب) الذى سبق ان تناولناه بالوصف .

اما قنوات التصريف متوسطة الحجم (النوع الثانى) فهى تنتمى الى نظام التحويل ، وفى مرحلة من المراحل ازداد عمق (ناحال لافان) من منخفض عريض الى واد ضيق نسبيا تتكون قاعدته من الحصباء • ولقد شيدت سدود التحويل لرفع جزء من مياه السيول خارج الوادى ، كما شيدت قنوات التحويل لتوصيل المياه الى الحقول ذات المصاطب ، ولم يكن يستخدم الا جزء من تلك السيول ، ولذلك لم يكن الامر يتطلب سوى عدد محدود من قنوات التصريف • وكانت كل القنوات تؤدى الى أبنية توزيع مبتكرة ابتكارا رائعا ، تقسم المياه على سبع قنوات فرعية أخرى • ولقد استغل المستوطنون فى المرحلة الثانية آثار الابنية القديمة فى بناء مصاطبهم •

ودلت الابحاث المستفيضة على ان مختلف قنوات التحويل قد شيدت فى فترات مختلفة • ولقد استخرجنا بعض اسوار القنوات وأسوار المصاطب حتى مستوى القاعدة ، واستطعنا ان نتبين ثلاث فترات على الاقل من فترات التشييد ، تماثل ما سبق أن وجدناه فى منطقة (قرنب) • وفى كل فترة كانت الاسوار ترتفع باضافة صفين او ثلاثة صفوف من الحجارة ويدل الرفع المستمر للاسوار على ان انظمة التحويل كانت تمتلئ تدريجيا بالطفل أثناء عملها واستخدامها ، وان المستوطنين خلال المرحلة الثانية كانوا يواجهون دائما بمشكلة التعرية والارساب • ولقد تآكل الوادى • ومن ناحية أخرى كان الطفل من مجمع المياه الكبير او من الضفاف المتآكلة للوادى يترسب فى الحقول المسورة بما يرفع مستواها • ولقد حاول المستوطنون احتواء السيول المندفعة المدمرة بانشاء اسوار ارتفاعها ستة أمتار على طول ضفاف الوادى ، ولكن فى النهاية جاء اليوم الذى اختفت فيه الارادة من أجل محاربة الطبيعة على مثل هذا النطاق الواسع ، او ان المجهود المادى والانسانى أصبح يفوق الربح العائد من ورائه •

ان المحاولة الهائلة لتسخير مجمعات المياه الضخمة واستغلالها لخدمة الانسان بالسيطرة على السيول الكبيرة قد انتهت ، مما أدى فى النهاية الى المرحلة الثالثة • وكانت هذه المرحلة فى (ناحال لافان) شبيهة بالمرحلة التى رأيناها فى وادى (قرنب) حيث كانت الوحدات الزراعية التى تعتمد على التصريف المطرى تفوض على انظمة التحويل • وتنتمى أصغر القنوات لتصريف فائض المياه الى تلك الفترة •

وقد دلت جميع الانظمة المدروسة على وجود تماثل كبير فى المراحل الثلاث للتطور • وعلى الرغم من اننا لم نستكشف هذه الانظمة فى مواقعها ، فاننا نرى انه يمكن - تقريبا -

تحديد الفترات الزمنية لتلك المراحل • ان قطع الاوانى الخزفية التى عثرنا عليها بالقرب من انظمة التحويل تنتمى الى اربع فترات : الفترة الاسرائيلية ، الفترة النبطية ، الفترة الرومانية ، الفترة البيزنطية الاولى والفترة البيزنطية المتأخرة • اما اصغر هذه القطع الخزفية التى تعود الى العصر البيزنطى المتأخر فقد عثرنا عليها بالقرب من المرحلة الثالثة عند مزارع التصريف المطرى من هذه المرحلة • ونعتقد ان المرحلة الثانية تنتمى للعصر النبطى الرومانى للسببين التاليين : أولا : ان الاسوار الجيدة البناء والمهارة الهندسية الرفيعة اللازمة لتصميم وتشييد انظمة التحويل هذه تدل على وجود مجتمع منظم تتوافر له المعارف الهندسية ، وهذا لا يتحقق الا فى العصر النبطى الرومانى ، والعصر البيزنطى المتقدم ، ثانيا : اكتشاف عدد من الهياكل الحجرية ، ومعظمها مذابح القرابين ذات النقوش النبطية على يد " افراهام نجف " وأطرف بناء اكتشفه فى الموقع فى منطقة تحويل الرميلة ، هو ذلك النقش الذى يقول " هذا هو السد الذى شيده جارمو وأصدقاؤه فى العام الثامن عشر لسيدنا (رابيل) الذى قدم الحياة والخلاص من أجل شعبه والملك المسمى هو (رابيل) الثانى • اما التاريخ فهو ٨٨ - ٨٩ ميلادية على انه من الاصعب تحديد المرحلة الاولى من حيث توزيع المياه على السهول الفيضانية الفسيحة • وليس لدينا دليل لتوضيح لماذا كانت هذه المرحلة الاولى تنتمى الى عصر قديم او الى العصر الاسرائيلى • ويلزم القيام بأبحاث أثرية استكشافية أكثر دقة لتحديد تاريخ هذه المرحلة المبكرة • وبالرغم من ذلك يبدو ان الحضارة القديمة قد حصرت نفسها فوق الهضاب ولم تتوافر لها المهارة للقيام بهذا النوع من الزراعة المتطورة ، اذ لا يزال من المشكوك فيه حتى الان ما اذا كان السكان من المزارعين ام لا ، ومن ثم فمن المحتمل ان تكون هذه المرحلة منتمية الى العصر الاسرائيلى •

الفصل الثامـــــن

أوراق بـــردى " نيتزانـــــــا "

" قريـة نيصانا أحد احياء مدينـة الوساء
٣٠ يونيو ٥٦٢ ميلاديـــــة

باسم كل ماهو خير ، فانني أنا فلافيوس سيرجيوس بن الياس حفيد تايمزا وبوداس وجندى من جنود المعسكر المرابط هنا ، قد اجريت القسمة التالية بين أبنائى : الياس الحلقاء ، زكرياس ، ستيفان . والياس هو ابن زوجتى الاولى ، المرحومة ماريا بنـــت شيموأويدوس والحلقاء ، وزكرياس ، وستيفان ابنائى من زوجتى الثانية (مليكاء) بنـــت ابراهام . ان سرجيوس نفسه وعلى مسئوليته الشخصية يمثل فى هذه القسمة ابناءه الصغار الحلقاء ، زكرياس ، وستيفان ، وهم الآن أطفال قصر .

ان سرجيوس هذا الذى يتصف بالولاء المطلق يقسم على التتابع بين ابنائه المذكورين فى اربعة أنصبة ، المبانى ، وأراضى المحاصيل ، والمواد التى يمتلكها ملكية خاصة " .

وبعد ان أجرى التقسيم ، وألقى بقطع النرد بينهم فى حضور الاصدقاء والاقارب ، وبعد ان اطمأن كل منهم بالقسم بالثالوث المقدس وبحياة وصحة الامبراطور انهم ســـوف يلتزمون بتلك القسمة ، وانهم لن ينتهكوا اى حكم من احكامها سواء داخل المحاكـــــم اوخارجها ، وانه اذا حاول احدهم الافتئات ، فان الشخص المفترى او المعتدى ســـوف يعوض الطرف الذى يلتزم بالعقد بدفع غرامة اعتداء يتفق عليها هنا رسميا ، بمبلـــــغ ستة مقادير من الذهب ، وبالاضافة الى ذلك المبلغ - بعد دفع الغرامة - سوف تبقـــى القسمة صحيحة سارية المفعول .

ولذلك فقد خصص لصاحب المكانة الرفيعة الياس من نصيبه بدلا من الربع الـــذى يناله من قيمة المبنى - وسبعة مقادير صولدى تقل سبعة قراريط بحسب عملة غزة كما خصص لالياس المذكور من ربع نصيبه من أراضى المحاصيل النصيب المناسب الموجود فـــى

(أبيات البلاع) الواسعة بعد ممتلكات ورثة المرحوم ابن (خلفاى) بكل الحق المشروع ، وان تكون الحدود هى :

شرق ممتلكات عمرو ابن الخلص . .
غرب ممتلكات ستيفان ابن زوضاع
حفيد . . . .
جنوب ممتلكات ورثة المرحوم خلفاى (١)
شمال الممتلكات المخصصة للمذكور الياس .

وهكذا نجد ان كاتب احدى مدن النقب وهى مدينة (نيتزانا) منذ (١٤٠٠ سنة) مضت قد حرر وثيقة قانونية استخدمت مصطلحات رسمية من القانون تشابه اى مصطلحات يستخدمها المحامون فى الوقت الحاضر . وهو وزملاؤه فى القرنين السادس والسابـــع الميلادى لم يكونوا يعرفون ان مجرد تسجيل المعاملات الاقتصادية والمالية والقانونيـــة فى عصرهم سوف تساعد - بعد عدة قرون - الباحثين المعاصرين على فهم اساليب حياتهـــم فى تلك القرى الصحراوية النائية .

ان الخطاب السالف الذكر وهو احدى أوراق بردى (نيتزانا) قد عثرت عليه بعثة أثرية بقيادة العالم (هـ . د . كولت) من نيويورك (انظر ترجمة حياته تحت اسم كراهو) وكانت أعمال الحفر والتنقيب قد بدأت فى (شفتاه) عام ١٩٣٥ وعلى الرغم من ذلـــك فان مواسم الجفاف الشديدة ٣٥ - ١٩٣٦ أدت الى استنزاف موارد المياه هناك ، وجفاف آبار المياه الجوفية ، وعدم توافر مياه الشرب ؟ ولذلك قرر (كولت) الانتقال بجماعتـــه الى (نيتزانا) حيث كفلت لهم مجموعة من الابار المياه اللازمة . ولقد كتب دكتور (كولت) فى تقريره :

" اضطرت البعثة لان توقف عملها الاصلى فى منطقة سبيتا والانتقال الى مكان آخـر . ولقد كانت منطقة العوجة التى تبعد حوالى ١٩ كيلومترا غرب منطقة سبيتا - ومبانيها تبدو غير صالحة بسبب اعمال النهب التى تعرضت لها خلال الحرب العالمية الاولى - كانـــت هى الموقع الوحيد فى المنطقة الذى تتوافر فيه آبار كافية ومبان كافية للبعثة . وقد انتقلـــت البعثة الى " العوجة " وبدأت مسح الاثار التى امكنها العودة الى سبيتا بعد ذلـــك ، لكن الجفاف استمر أكثر مما كان متوقعا بحيث اجرى التنظيف الكامل للاثار فيما بعد . ولقـــد كان الجزاء الوفاق لهذا العمل هو كشف وثائق من أوراق البردى عثر عليها فى فلسطين لاول مرة .

---

(١) هذا نص تاريخى مكتوب على احدى اوراق البردى عثر عليه أحد علماء الاثار فى صحراء النقب كما سوف يتضح . (المترجم)

ولقد أطلق على هذه الوثائق اسم أوراق بردى نيتزانا ، وهذا الكشف غير المتوقع بتاتا ، والذى يعتبر بالغ الاهمية لمعارفنا عن ماضى منطقة النقب — تم فى غرفتين فى كنيسة مريم ام الرب ، وكنيسة سرجيوس وباخوس حيث خزنت البرديات ، وهذه البرديات فى جزء منها أدبية (وتضم نسخة من شعر فرجيل ، مع قاموس لاتينى يونانى للانياذة ، ومخطوطات لانجيل يوحنا ، الخ ، وأجزاء أخرى غير أدبية) كتبت خلال السنوات المائة الاخيرة من الحكم البيزنطى فى منطقة النقب (باللغة اليونانية) ، وخلال السنوات الاولى من الفتح العربى (باللغتين اليونانية والعربية) ، وتتألف الوثائق غير الادبية من محفوظات (أرشيف) وحدة عسكرية (وهى فصيلة جنود ثيودوسى المخلصين) (وهى فصيلة من الهجانة ترابط عند معسكر (نيتزانا) ، ومحفوظات الكنيسة من أوائل القرن السابع ، والمحفوظات الشخصية لجورج (ابن باتريك) وعدد من الوثائق فى الفترة الاولى اللاحقة للفتح العربى .

وتكشف مختلف السجلات بوضوح انه بعد ان احتل الرومان امبراطورية النبطيين بأربعمائة سنة كان السكان يضمون عناصر من أصل نبطى ، وتبرز هذه الحقيقة أسماء السكان : تايم أوبوداس (خادم أوبوداس ، وهو الاله النبطى او الملك النبطى الذى استمد منه اسم مدينة عبدات ، وكذلك اسم تام الجاع و " عبد الجاع " (خادم الاله النبطى) لكن الاسماء العربية الخالصة العديدة تشير الى أن عملية تسرب العرب كانت قد بدأت بالفعل قبيل الفتح بمائة عام على الاقل .

ويبدو من برديات (نيتزانا) أن هناك ثلاثة أنواع من ملاك الاراضى الزراعية الكنيسة ، والمزارعون الافراد ، والجنود المحليون ، وهذه الفئة الاخيرة كانت من جنود أو ميليشيا المنطقة ذاتها ، او الحرس الوطنى الذى كان يمتلك كذلك أراضى زراعية .

لقد كانت الكنيسة تؤدى دورا بارزا فى شئون منطقة نيتزانا حتى بعد الفتح العربى ، اذ ان المؤسسة الكنسية كانت تضم ملكيات واسعة من الاراضى .

ولم تكن البرديات مكتوبة بطبيعة الحال بهدف ان تبلغنا عن الاساليب الزراعية المستخدمة آنئذ ، وان كنا نستطيع الانتفاع بها فى هذا الغرض . لقد عرفنا من تلك البرديات نوع المحاصيل الحقلية وأشجار الفواكه التى كان يزرعها سكان (نيتزانا) وكذلك المحاصيل التى تجمع حقولا من الشعير والقمح ، كما اننا نستخلص من تلك البرديات كذلك نتائج تتصل بالاساليب الزراعية المستخدمة ، ومساحات القطع الزراعية ، ومواقع الحقول ، وتشمل المحاصيل المذكورة بشكل خاص : القمح ، والشعير ، ونباتات من

الخضروات يسمى آراكوس لا يمكن التعرف عليه بسهولة ، وقد يكون نوعا من النباتات العشبية اما الفواكه المزروعة فكانت التين والعنب .

وتذكر الوثائق أيضا : الزيتون ، والبلح ، واللوز ، ولقد وجدنا فى تجاربنا أن الزيتون يناسب تلك المنطقة تماما (انظر الفصل الرابع عشر) ويحتمل أن يكون قد زرع فى ذلك الوقت ، وهنالك واد بالقرب من (شبفتاه) يطلق عليه البدو وفى الوقت الحاضر اسم (وادى الزيتون) واسمه وادى اشجار الزيتون باللغة العربية ، ولا زالت هناك أشجار زيتون طاعنة فى القدم موجودة حتى الان تنمو نموا بريا فى نفس ذلك الوادى .

كما يمكن ان تنمو اشجار نخيل البلح فى الصحراء فى ظل ظروف خاصة ، فهى تحتاج الى كميات من المياه ، تعادل ما تحتاج اليه اشجار الفواكه الاخرى بنسبة ٥ ، ٦ أمثالها الا انه يمكن ان تكون المياه شديدة الملوحة ، اذ ان نخيل البلح يتحمل المياه المالحة ، ولذلك لا توجد اشجار نخيل البلح الا بالقرب من عيون الماء او الواحات حيث تتجمع أحواض المياه ، وبالقرب من منطقة (نيتزانا) أى عند " قادش بارنيا " ينبوع قديم دائم التدفق للمياه ، وتنمو اشجار نخيل البلح حتى الوقت الحاضر عند هذا الينبوع ، وفضلا عن ذلك فان البئر الرئيسية القديمة فى منطقة (نيتزانا) وهى تنتج من ٣٠٠ الى ٥٠٠ قدم مكعب من المياه المالحة فى اليوم الواحد يمكن أن تستخدم فى رى أشجار النخيل ، وتحتاج اشجار نخيل البلح ما بين ٢٠٫٠٠٠ الى ٣٠٫٠٠٠ متر مكعب من المياه سنويا للهكتار الواحد ، وتكفى بئر (نيتزانا) لرى حوالى ستة هكتارات تضم مائة شجرة فى الهكتار الواحد ، ويمكن لعدد ستمائة شجرة ان تنتج حوالى ستين طنا من البلح سنويا .

اما ثمار اللوز وشجرة اللوز ذاته فقد ورد ذكرها ذات مرة فى الوثائق ، اذ كانت اشجار اللوز شديدة الانتشار فى القديم ، ونظرا لانها كانت تنمو نموا طبيعيا فى النقب ، فاعتقادنا ان سكان (نيتزانا) القدامى كانوا ينتجون اللوز محليا كما كان يزرع فى نفس المنطقة الرمان والخوخ حيث عثرت بعثة " كولت " على بذورها فى قبو مغلق فى كنيسة سرجيوس وباخوس .

ونعلم من ورقة البردى رقم (٨٢) الكثير عن انتاج الحبوب فى تلك العصور ، وهذه البردية المكتوبة فى القرن السابع الميلادى تقدم تقريرا من المزارعين المستأجرين الى صاحب الارض والمؤجر ، وتورد نوعية البذور والحبوب المبذورة فى عدد من الحقول الى جانب انتاجها ، وأهم الحقائق التى ورد ذكرها فى هذه البردية هى أن انتاج القمح والشعير

يعادل ٨ر٦ الى ٧ر٨ مرة من الكمية التى تبذر فى الاصل . وهذا أقل قليلا من الانتاج العائد من مزرعة عبدات . لقد كان الانتاج المرتفع فى (عبدات) فى سنوات المطر الغزير يرجع الى استخدام الاسمدة الحديثة .

وعند الحديث عن تقسيم الملكية كان واضعو البرديات يستخدمون عددا من المصطلحات الفنية عن الاراضى الزراعية ، وكانت تتضمن معلومات كثيرة عن الاساليب المستخدمة عند سكان (نيتزانا) القدامى . ولقد حاولنا دراسة معنى هذه المصطلحات فى اطار خبرتنا العملية للزراعة الصحراوية التى تعتمد على التصريف المطرى . ووصلنا الى تفسيرات تختلف عن التفسيرات التى توصل اليها العالمان : (كرامر) و(مايرسون) مترجما ومفسرا برديات (نيتزانا) غير الادبية .

وتعنى كلمة " كيبوس " البستان اى مزرعة لاشجار الفواكه ، وهى تنطبق على كل بستان بشكل عام دون تمييز بين البستان المروى وغير المروى ، كما ان ترجمة كلمة (كيبوس) بأنها بستان يؤكدها العثور على عدد من الوثائق القانونية التى اكتشفت مؤخرا فى " ناحال خيفير " .

واذا كتبت هذه الوثائق باللغة اليونانية عام ١٣٠ ميلادية فهى تتعرض لامرأة يهودية كانت تمتلك قطعة من الارض فى منطقة " ماعوزا " فى الطرف الجنوبى للبحر الميت (وهو مايعرف اليوم باسم غور الصافى) وفى تلك الوثائق تستخدم كلمة " كيبوس " عدة مرات فيما يتصل بأشجار نخيل البلح ، بما يعنى مزرعة اشجار نخيل البلح ، وهى المزرعة المروية . ومن ناحية أخرى لما كانت كلمة (اكسيروس) تعنى الجفاف فان كلمة أكسير كيبون تعنى البستان غير المروى ، والذى يتلقى مياهه من المطر والتصريف المطرى فى كل الظروف السائدة فى النقب .

ولذلك فان ترجمة كلمة (كيبون) بأنها مزرعة او ضيعة تعتبر صحيحة اذا استخدمت بمصاحبة اسم العلم . وهناك وثائق معينة تتناول تقسيم وتسليم الأرض الزراعية بالقرب من منطقة " نيتزانا " تستخدم المصطلحات الواردة فى تلك الوثائق مما يعطينا نظرة اعمق عن الاساليب الزراعية المستخدمة لدى سكان " نيتزانا " وهو ما أكدته اكتشافاتنا . ونورد فى هذا الصدد مثالين الوثيقة رقم (٣١) وهى عقد مكتوب فى القرن السادس الميلادى ، وقد قسمت المبانى والاراضى بين ثلاثة اخوة ، سيرجيوس ، خلف الله وفيكتور ، ولسوء الحظ لم تكن الوثيقة كاملة ، ولم يبق منها الا الجزء الخاص بسيرجيوس

(سيرجيوس) وخلف الله ، ولكن بالرغم من ذلك فان النص يتضمن الكثير من المعلومات ، فقد تلقى :

" الجزء الأوسط من الكرمة وكانت الحدود هى :
السور الشرقى والغربى
شمال ممتلكات فيكتور ، الشقيق والمشارك .
جنوب ممتلكات خلف الله الشقيق والمشارك .
القطعتين الوسطيين المتلاصقتين من أرض المحاصيل من القطع الواقعة بعد الكرمة والحدود هى :
" السور الشرقى
" غرب قناة المياه الخاصة لخلف الله الشقيق المذكور .
" جنوب ممتلكات فيكتور الشقيق المشارك .
" كما تلقى خلف الله :
" القطعة العليا من الكرمة ، وكانت الحدود :
" السور الشرقى والغربى
" شمال ممتلكات سيرجيوس ، الشقيق والمشارك .
" جنوب ممتلكات خلف الله نفسه .

وكانت القناة التى تنقل مياه تصريف الامطار الى ممتلكات خلف الله هى قناة تحويل تنقل مياه السيول من الوادى الى الحقول ، كما كانت الوثيقة تتضمن معلومات أخرى سوف تبرز أهميتها فى الفصل التاسع الذى يتعرض لما يعرف باسم " تليلات العنب الصغيرة) ولقد ذكر بصراحة ان أرض المحاصيل كانت تقع وراء كرمات العنب ، ولما كان من المتعذر زراعة المحاصيل فوق المنحدرات بل فى الاودية والسهول الفيضانية والمنخفضات ، حيث كانت التربة عميقة نسبيا ، فقد كانت كرمات العنب التى وصفتها الوثيقة رقم (٣١) تقع فى قاع الوديان ، لا فوق السفوح المنحدرة .

وتقول الوثيقة رقم (٣٢) (من القرن السادس) وهى وثيقة ممزقة :
" نحن ابراهام ، وستيفان ، وجيمو ، نوافق على انه طبقا للقانون قد تلقينا ، وقبلنا منك كل أراضى المحاصيل الممنوحة منك لنا بالاسماء والحدود المذكورة ، ونصف بستان التين ، وربع نصيب بئر المياه السفلية الموجودة هنا ، مع كل حقوق الدخول والخروج وسائر المزايا واستخدامها وملكيتها " .

" نحن ابراهام وستيفان وجيبو ، بكل حقوق الدخول والخروج ونقل المياه " .

وتصور هذه البردية مزرعة مكتملة بالبئر والحقول حيث يزرع التين والمحاصيل الحقلية ، وينطبق هذا الوصف على كثير من الوحدات التي درسناها في هذا المجال (الفصل السابع) اما عبارة الوثيقة (التي تقول بكل حقوق الدخول والخروج ونقل المياه فهي عبارة شديدة الطرافة ، ولكن بسبب تمزق هذه الوثيقة فاننا لا نستطيع وضع هذه العبارة في سياقها الصحيح ، وربما كانت العبارة تشير الى بئر المياه او الى مجرى المياه او القناة ، وان كان من المؤكد انها تشير الى ان حقوق المياه كانت على درجة من الاهمية تكفي لتسجيلها في وثائق قانونية .

لقد جلب الفتح العربي تغيرا ملحوظا في المنطقة ، وينعكس هذا في النغمة المتغيرة في برديات عصر ما بعد الفتح العربي فلقد أصبحت المسألة الاساسية كما يقول العالم (كرامر) :

" أصبح المحو او الهوة تتخاج القرية التي بيده وانها تتضاءل الى حجمها الطبيعي ، كمجرد مكان استيطان في النسيج الكلي للادارة الاسلامية ، وأصبح التركيز على الضرائب وعلى الخدمات الاجبارية التي تتمثل في اسلوب العمل الصارم الذي يتناقض تناقضا كبيرا مع جو الالفة السائد لدى البيزنطيين ، ومما لا شك فيه ان الاعتبار الاول لدى الحكام الجدد هو الزيادة المطردة للايرادات لدعم الاسرة الحاكمة وقواتها .

ان سكان منطقة " نيتزانا " الذين كانوا يعتبرون حتى الفتح العربي خفرا اماميا هاما ضد البدو وضد الصحراء أصبحوا يخضعون للقبائل العربية الوافدة من الصحراء ، واذا خضع سكان " نيتزانا " للقوات العربية المرابطة في القرى فقد وجدوا انفسهم وقد هبطوا الى منزلة مواطنين من الدرجة الثانية في اقليم عديم الاهمية ، ولم تحدث اى انتفاضة كبرى تمس دورها كمركز للحضارة والثقافة ، فقد هجرت (نيتزانا) في النهاية ، وكتبت آخر بردية من البرديات قبل نهاية القرن السابع .

الفصل التاسع

الهضاب الحجرية وميكانيكا التصريف المطري

من السمات الباهرة في الاثار القديمة الواسعة الانتشار في صحراء النقب توالي وجود مئات الالاف من الهضاب الحجرية في مناطق فسيحة مترامية ، وهو ما نجده فوق المنطقة كلها ، وبصفة خاصة بالقرب من المدن القديمة عند (عبداء) و (شفتاء) و (نيتزانا) ، وتبرز هذه الهضاب او الروابي الحجرية خاصة عند (شفتاء) و (نيتزانا) حيث تكون تربة الطفل الصفراء الفاتحة خلفية متناقضة مع الحجر الصواني لتلك الهضاب ذات اللون البني المشرب بالسواد ، وهي لا تظهر بوضوح في منطقة عبداء حيث تتشابه الاحجار الطباشيرية الوماديقة من عوامل (التعرية) في لونها مع صخور الحجر الجيري الأصلية لسفوح التلال ، وان كانت تظهر في منطقة عبداء في فترة الصباح المبكر ، او المساء المتأخر حين تلقي اكوام الاحجار المنخفضة ظلالا مستطيلة ، ومن ثم تمكن الانظار الفاحصة من رؤيتها ، وهي تتناثر فوق سفوح التلال . ولقد لاحظ جميع الباحثين تقريبا ممن زاروا المنطقة منذ عهد العالم بالمر ١٨٦٩ ـ ١٨٧٠ ـ لاحظوا هذه الهضبات الحجرية . كان بالمر اول من سجل تعاقبها ، وأول من حاول تحديد استخدامها او استغلالها السابق لقد كتب بالمر يقول :

" بعد سفر استغرق ساعتين وعشر دقائق من منطقة بيريين وصلنا الى " العوجة " وكان حجر الصوان الاسود يغطي سفوح التلال ، وكانت مغطاة بصفوف طويلة منظمة من الاحجار التي جرفت معا بعناية ، ثم تراكمت في اكوام صغيرة جرداء لا حصر لها ، ولقد سببت لنا تلك الظاهرة حيرة في بادىء الامر ، اذ كان من الواضح انها من صنع الانسان وانه قد قصد بها غرض زراعي معين ، ولكننا لم نكن نستطيع ادراك نوع النباتات التي تزرع في مثل هذه الارض الجافة الجرداء . لكن التراث العربي كان عونا لنا ، وحلت تسميته " تليلات العنب (او (تلال العنب) المشكلة بالنسبة لنا ، فتلك السفوح المشمسة لو احسنت زراعتها ورعايتها بموارد المياه والادوات الزراعية التي لابد ان تكون قد توافرت لدى سكان منطقة العوجة ـ لاعطت نتائج ممتازة في استزراع الاعناب ، كما ان السطح

الصوانى الفاصل يشع حرارة الشمس على حين تسمح تلك التلال او الروابى الصغيرة لكرمات الاعناب ان تمتد فوقها ، كما انها تحفظ العناقيد بعيدا عن الارض .

لقد كان (بالمر) عالما لغويا ذائع الصيت ، كما كان ذا عين فاحصة ، وقدرة على التعبير عن ملاحظاته بالالفاظ ، لكنه لم يكن خبيرا فى الزراعة . ومن اهداف عمل (بالمر) فى النقب ، والتى كانت تمثل بالنسبة له جزء من الخروج من الصحراء الربط بين اسماء الاماكن العربية والعبرية والمواقع والمصادر الواردة فى التوراة . ان هذا التفسير للهدف من تلال الاحجار ، كان يعتمد على معلومات تلقاها من مرشد له من البدو ، وقد دلتنا تجربتنا على ان البدوى ليس مخترعا عبقريا ولا زارعا موهوبا ، وهذا التفسير البدوى لتلال الاحجار على انها (تلال العنب) يجب رفضه ابتداء لانه ليس ثمة دليل يؤيد هذا القول . ان هذا الربط بين التلال وزراعة الاعناب فوق سفوح التلال ادى الى تضليل كثير من المراقبين الذين اتوا فيما بعد .

وحين بدأنا الدراسة لاحظنا ان التلال الحجرية ليست الا جزء من الظاهرة ، لقد وجدنا مع التلال قطاعات او شرائط حجرية ، اى اكواما من الحجارة موضوعة فى صفوف طويلة ، لا فى شكل تلال ، ولم تسجل هذه الخطوط او الشرائط (القطاعات الحجرية) من قبل ، ولقد ركز المراقبون السابقون اهتمامهم كله على التلال فقط . وتتقاطع الخطوط مع التلال ، وهما معا يكونان نمطا او شكلا هندسيا دقيقا . وفى كل نمط من الانماط فان المسافة ما بين التلال والخطوط تتبع فى العادة نفس المسافة النموذجية النمطية بالنسبة لهذا النوع . وهذه الانماط المنتظمة ليست تكوينات طبيعية ، بل انها من صنع الانسان ، وهى نتيجة لوضع احجار فوق السطح وترتيبها .

وفى منطقة (شفتاه) و (نيتزانا) تتكون الخطوط والقطاعات من احجار صوانية وحصباء ، موضوعة فى صفوف ، ترتفع من نحو خمسة عشر الى خمسة وعشرين سنتيمترا . وعرض هذه الصفوف ما بين مترين الى ثلاثة امتار والمسافة بين الصفوف تتراوح بين ستة الى عشرة امتار وتتخلل هذه الخطوط (وعلى مسافات متباعدة احيانا) تلال حجرية هى اكوام من الحصباء والحجارة التى تتفاوت فى الارتفاع والقطر والمسافة ، وترتفع التلال الصغيرة ما بين خمسة عشر وعشرين سنتيمترا ، ومتر فى القطر على حين ترتفع التلال الكبيرة مترا حتى خمسة امتار فى القطر ، وتبدو المسافة ما بين التلال متناسبة مع الحجم ، فالتلال الصغيرة على مسافة مترين الى أربعة امتار من حيث التباعد ، على حين نجد ان التلال الكبيرة قد تتباعد بمسافة عشرين الى ثلاثين مترا .

وفى منطقة (عبدات) تتخذ تلك التلال والقطاعات بشكل عام اشكالا مختلفة وصورا متباينة عنها فى منطقة شفتاه فهى تعكس الظروف الطبيعية الجغرافية للمنطقة من حيث تمثلها فى الصخور المحددة الزوايا وبالصخور المنحدرة على سفوح التلال (من صخور الهاملادا المنحدرة) (انظر الفصل الخامس) وهنالك نجد ان التلال ذات تركيب شديد الصلابة وقد كانت الاحجار الضخمة تستخدم لبناء قاعدة خارجية كما كانت الاحجار الصغرى والحصباء تستخدم فى تركيب هذا الاساس وتلك القاعدة وتتفاوت المسافة بين التلال تفاوتا كبيرا ، وتصبح عند السفوح الصخرية شديدة الانحدار متباعدة لمسافة ٥٠ مترا اما حجم التل المتوسط فوق هذه المنحدرات فيقدر بحوالى متر واحد مكعب ، ونظرا لانها تقدر بمائة تل فى الهكتار الواحد ، فقد نقل المستوطنون القدامى حوالى ١٠٠ متر مكعب من الاحجار فى الهكتار الواحد . ويمكن للفرد نقل ما بين $\frac{1}{3}$ الى ½ متر مكعب من الحجارة يوميا ومن ثم فان بناء هذه المناطق التلالية فى عبدات استلزم ما بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ يوم /رجل فى الهكتار الواحد .

لقد كان بناء التلال الحجرية اصعب فى منطقة عبدات من تشييد تلال الحصباء فى منطقة شفتاه ، ومن ثم فان تقدير سنة رجل واحد للهكتار كل عام هو تقدير معقول بالنسبة للمنطقة كلها . وبعبارة أخرى ، فان الف (١٠٠٠) عامل (اى ما بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ اسرة) يمكنهم اعداد ١٠٠٠ هكتار سنويا ، وهو عمل ليس بالغ الصعوبة .

كما ان القطاعات الموجودة فوق منحدرات (عبدات) قد شيدت بجدار اساسى ادنى من المنحدر المكون من الاحجار الضخمة ، ووضع حجار اصغر حجما لملء المسافات بين الاحجار الضخمة ، وبسبب عدم انتظام التضاريس ، فان الانماط الهندسية كانت أقل شيوعا فى منطقة عبدات منها فى منطقة شفتاه (ونيتزانا) وان كانت التلال والقطاعات فى عبدات فى المناطق ذات التضاريس المنخفضة ، تتشابه مع التلال والقطاعات فى منطقة شبفتا من حيث الحجم والشكل والمسافة .

وبعد هذه الخلفية الوصفية يمكننا الان ان نتناول النظريات التى طرحت لتفسير السبب فى تشييد المستوطنين القدامى للهضاب الحجرية فوق سفوح التلال . ولقد طرحت أربع نظريات فى هذا الصدد ، تربط كلها بين الابنية وبين الزراعة . وهذا بالتأكيد رأى سديد ، وهناك نظريتان ، نظرية بالمر ونظرية الوبوة والذى تربط بينهما وبين الزراعة فوق سفوح التلال على حين نجد ان هناك نظريتين اخريين هما نظرية (كيدار)

ونظريتنا نحن ، تربط بين تلك الابنية وبين الزراعة فى الاودية .

وسوف نتناول أولا نظريات زراعة سفوح التلال . كان المفروض على انصار تلك النظرية وهم بالمر ومن بعده مايرسون الذى طور النظرية فيما بعد ، كان عليهم شرح كيفية حصول النباتات (الاعناب كما يقولون) على المياه لتتمكن من النمو فوق سفوح التلال . ولقد أدركوا ان سفوح التلال جرداء ، وتحل مجموعات نباتية دالة على أكثر الظروف جفافا ، ولم يجب (بالمر) على السؤال بشكل مباشر على الاطلاق ، لكن (مايرسون) يقترح ان المزارعين القدماء نقلوا المياه من آبارهم لرى اعنابهم وبه ل الحساب البسيط ان هذا الراى غير منطقى فكرمة العنب تحتاج على الاقل الى نصف متر مكعب من المياه سنويا لانتاج محاصيل متواضعة ، وسقوط الامطار فى الشتاء لا يكفى ومعظم المطر تتصرف مياهه ولا يمكن استخدامه فى الاعناب التى تنمو صيفا ، ولذلك لابد ان تؤخذ كل كميات المياه من الابار ، وبالقرب من (عبدات) كانت توجد نحو عشرة هكتار مغطاة بحوالى ٨٠ - ١٠٠ ربوة فى الهكتار الواحد اى حوالى ١٠٠٫٠٠٠ ربوة او هضبة فى مجموعها الكلى ، واذا كان كل منها يتلقى نصف متر مكعب من مياه الرى ، فانه كان على المستوطنين سحب ٥٠٫٠٠٠ متر مكعب من المياه سنويا من آبارهم من اجل هذا الغرض ويتجاوز هذا الرقم الطاقة الكلية لكل الابار بالقرب من عبدات ، وتقدر هذه بنحو ٥٠٠٠ متر مكعب ، واذا كان المزارعون قد استخدموا كل كميات مياههم المستخدمة فى الابار بكل حرص لرى الاعناب فانه ماكان ليتبقى لهم كميات اضافية من الماء لانفسهم ولماشيتهم .

اما نظرية الندى التى تقول بتوافر المياه لسفوح التلال فهى اقرب الى المنطق ، ولكنها تنهار كذلك . ففى تلك النظرية نفترض ان تلك الروابى او التلال تعمل عمل آبار الهواء) بحيث يجرى تكثيف الندى فوق الاحجار البارده ونفترض ان يتكثف الندى بكميات كبيرة بحيث تنساب المياه من الاحجار لتبلل التربة الواقعة اسفلها ، ويمكن لاى فرد لحسن الحظ اختبار صحة تلك النظرية ، وسوف يتبين ان الاحجار تغطى فعلا بالندى ، الا ان كميات الندى لا تصل الى مستوى التدفق والانسياب . واهم من ذلك فقد اثبتت قياسات الندى المباشرة ان تكوين الندى داخل الروابى والتلال ليس اثقل منه خارجها حيث اتضح انه لا يكفى مطلقا لتوفير احتياجات المياه لادنى او أقل النباتات العليا .

لكن الاعتراض الاكبر على نظريات (بالمر ومايرسون) ونظريات الندى فى زراعة سفوح التلال هو ان تربات سفوح التلال لا تناسب الزراعة ، لانها تعتبر ضمن التربات

عالية الملوحة (٢ - ٣ ٪ من مجمل الاملاح) كما انها تتسم بالضحالة (١٠ - ٣٠ سم فى العمق) والتحجر (٨٠ ٪ حجارة) ، ومن ثم فهى لا تناسب اطلاقا مع اغراض الزراعة . ولم تفسر نظرية (بالمر ومايرسون) على الاطلاق السبب فى استخدام المزارعين الاذكياء للمياه الثمينة لرى المنحدرات والسفوح الصخرية الملحية الضحلة ، على حين توجد أسفل هذه السفوح غير الملائمة تربات عميقة جيدة فى الاودية الملاصقة وفى السهول المجاورة ففى تربات تلك الاودية استزرع القدماء الاعناب بالفعل على نحو ما أوضحته بردیات منطقة (نيتزانا) " انظر الفصل الثامن " .

ولهذين السببين الاساسيين نرفض نظريات زراعة سفوح التلال ، وسوف ننتقل الى النظريتين الاخريين اللتين ترابطان بين الروابى والتلال وبين الزراعة فى الاودية وتقول النظرية (كيدار) ان قدامى المزارعين يفتقرون الى التربة الصالحة للزراعة فى الأودية وقد حاولوا دفع عجلة عملية التعرية فوق سفوح التلال بتنظيف الغطاء الحجرى الطبيعى وازالته وقد كان يحول دون عملية التعرية . وكانت التلال الحجرية نتيجة ثانوية لعملية ازالة الاحجار ، وكان الهدف من اسوار المصاطب فى الاودية تخزين طفل التعرية المجروف بعيدا من سفوح التلال .

على ان هناك ثلاثة اعتراضات رئيسية على هذه النظرية . أولا ان التلال قد شيدت بعد ابتكار زراعة معظم الاودية لا قبلها ، ولقد استطعنا تحديد تاريخ بعض هذه التلال الحجرية فى منطقة عبدات حيث وجدناها قد شيدت فوق اتجاه احد الطرق الرومانية المؤدية الى عبدات ، مما يدل على ان بعض تلك التلال قد شيدت فى أواخر العصر الرومانى البيزنطى . وقد دلت ملاحظاتنا حول المناطق المزروعة فى الاودية على ان كثيرا من السهول الفيضية الفسيحة كانت موجودة وانها قد زرعت فى العصر الاسرائيلى اى منذ الفسنة على الاقل قبل العصر الرومانى حين شيدت بعض هذه التلال . ولم نعثر على تلال متصلة بمزارع تصريف مطرى تنتمى الى العصر الاسرائيلى فحسب ، ومن ثم فمن المحتمل جدا ان تكون الزراعة القائمة على اساس التصريف المطرى سابقة فى تاريخها على التلال الحجرية .

ثانيا تدل دراساتنا عن التعرية على ان مجمل التعرية السنوية من سفوح التلال التى ازيلت احجارها تبلغ مابين ١ر٠ الى ٢ر٠ ملليمترات ، ويعنى ذلك ان المستوطنين لابد ان ينتظروا مائة عام على الاقل قبل ان يختزنوا نصف مترا او مترا من التربة فى الحقول الواقعة خلف المصاطب والاسوار . فماذا كانوا يفعلون خلال المائتى عام ؟ هل ينتظرون

فى صبر ؟ ولابد وان ذلك تفسير مقنع ومنطقى .

ثالثا : لقد عثرنا على تلال حجرية فى تجمعات المياه تصرف مياهها فى الآبار ، فهل يعقل أن يكون المستوطنون القدامى قد خاطروا وجازفوا بشبكات توفير المياه بتشييد ابنية لزيادة معدل تكوين الطفل فى مصدر المياه الرئيسى ؟ ان ذلك أيضا امر يتنافى مع العقل والمنطق .

وسوف نتناول الان بالتفصيل نظريتنا ، لاننا نشعر ان فهم تلك النظرية فهما كاملا سوف يساعد القارئ على فهم سر الزراعة فى الصحراء . اننا نرى ان توافر المياه عامل يحدد الحياة والاستيطان الزراعى فى الصحراء . وسوف نبحث حقيقة هذا الراى فيما يتصل بالنباتات باستفاضة فى الفصلين السادس عشر والسابع عشر . لقد شيد المستوطنون القدامى التلال الحجرية وانماط القطاعات من اجل زيادة مقدار تصريف امطار السيول المتاحة لهم . اننا نأمل بشرح هذه النظرية ان ننقل الى القارئ فهم عملية التصريف المطرى فى صحارينا وطرح نتائج عدد من سنوات الابحاث الهيدرولوجية فى تلك المنطقة .

عندما تبدأ الامطار فى السقوط فان الغطاء النباتى هو اول ما يعترضها ، ويحول بينها وبين الوصول الى الأرض . وتسمى كمية المياه المطرية اللازمة لترطيب النبات (التخزين الاعتراضى الاحتجازى) وهو غير ذى اهمية كبيرة لنا ، وذلك بسبب ندرة النبات فى الصحراء . ومع ان عملية التخزين الاحتجازى فى المناطق الرطبة قد تمثل نحو ملليمترين من الامطار التى تقدر باثنى عشر ملليمترا ، فقد وجدنا انها لا تصل فى المناطق الصحراوية الى أكثر من ٢ر٠ من الملليمتر للامطار المشبلة ، ومن ثم فلا اهمية لها .

وبعد ترطيب النباتات واكمال عملية التخزين الاحتجازى ، يبدأ فائض الامطار فى الوصول الى الارض ، ثم تبدأ مرحلة ثانية ، هى مرحلة امتصاص المياه بواسطة التربة وتسمى مرحلة التسرب . واذا استمر سقوط المطر بمعدل يقل عن معدل امتصاص التربة للمياه ، فان كل المياه التى تصل الى الارض سوف تتسرب من خلال سطح التربة ، ولكن اذا كان معدل سقوط المطر أكبر من معدل امتصاص التربة للمياه ، فسوف تحدث عمليتان جديدتان ، أولا : ان فائض المياه الذى لم تمتصه التربة سوف يتراكم فوق السطح ، ويملأ المنخفضات السطحية ، وان كمية المياه اللازمة لملء تلك المنخفضات تسمى (تخزين المنخفضات) وعندما تتوقف الامطار سوف تتسرب هذه الكميات فى النهاية الى داخل

التربة . ولقد دلت قياساتنا فى الصحراء ان تخزين المنخفضات يمثل بشكل عام حوالى ملليمتر واحد من الامطار ، ولكن اذا استمر سقوط الامطار بعد اكتمال تخزين المنخفضات ، وبمعدل أكبر من طاقة التسرب فى التربة ، فان فائض المياه يتراكم فوق سطح الارض باعتباره محجوزا او احتجازا سطحيا للمياه ، ثم ينساب او يتدفق بعد ذلك فى شكل طبقة رقيقة الى ان يتركز فى منخفضات التصريف الصغيرة فوق السطح . اما المياه التى تصل الى هذه المنخفضات الخاصة بالتصريف فتسمى التصريف المطرى السطحى . ويتضح من ذلك ان التصريف المطرى السطحى يتأثر اساسا بالتفاعل بين معدل سقوط الامطار ومعدل التسرب ، وسوف نتناول هذين العاملين فيما يلى :

عندما تبلل تربة جافة بواسطة المطر فان قوة الجذب تتجه اولا لجذب المياه الى أسفل من خلال آلاف فتحات المسام الصغيرة ، وتعمل القوى الجزئية حول جزئيات التربة على جذب وحجز شريحة مائية ذات سمك محدد . وبعد تكوين هذه الشريحة المائية تصبح القوى الجزئية الدقيقة غير ذات مفعول ، ويصبح تأثير قوى الجاذبية هو الفعال فى الحركة التالية للمياه فى التربة ، ومن ثم فمن الواضح ان قوة الجذب الجزئيى تزيد من معدل التسرب خلال مراحل الترطيب المبكرة للتربة . كما ان تأثيرها يتوقف على طبيعة التربة اذ ان كمية المياه المختزنة فى جزئيات التربة تتناسب تناسبا مباشرا مع مساحة السطح الكلية والتى تتناسب بدورها تناسبا عكسيا مع قطر حبيبات التربة ، فالتربة الطفلية تتألف من حوالى ٣٠ ٪ من الرمل الناعم (قطر الجزء ١ر٠ – ٥ر٠ ملليمترا ، و ٤٠ ٪ من الطفل (٠٥ر٠ – ٠٠٥ر٠ ملليمتر) و ٣٠ ٪ من الطمى (أقل من ٠٠٥ر٠ ملليمترا) ، كما ان جزئيات الحبيبات فى متر مكعب واحد من التربة الطفلية تكون مساحتها السطحية الكلية حوالى خمسة وثلاثون هكتارا ويعطى هذا الرقم فكرة عن التأثير الهائل لنسيج التربة وتكوينها على المراحل الاولى من عملية التسرب ، كما يفسر السبب فى ارتفاع معدل التسرب الابتدائى فى التربة الجافة .

ان معدل التسرب فى التربة الجافة يتناقص بسرعة خلال نصف الساعة الاولى من الترطيب ، بما يتوقف على معدل تكوين شرائح المياه حول حبيبات التربة . اما المياه الاضافية التى تتسرب خلال سطح التربة بعد تكوين شرائح التربة فهى تملأ فتحات المسام بين جزئيات التربة ، ويقترب معدل التسرب تدريجيا من القيمة الثابتة . اما فى التربة الطفلية فهنالك خاصية اضافية محددة تعجل من الاقتراب نحو هذه القيمة الثابتة ، اذ انه مع امتلاء فتحات المسام بالمياه تنتفخ الاجسام شبه الغروية وجزئيات التربة

المتناهية فى الدقة فوق سطح طبقة الطفل ، ويزداد حجمها ، وتتشبع الطبقة المرطبسة ، وتسد الجزئيات الدقيقة طبقة السطح ، لتكوين قشرة غير نفاذة تقريبا . (انظر الفصل السابع) وبما ان الطبقات الادنى قد تكون جافة فان هذا السطح غير النفاذ يقلل من عملية التسرب الى حد كبير . كما ان السطح المسدود يمنع الهواء فى فتحات الطبقات الدنيا من الافلات من خلال السطح ، ويسبب ضغطا للهواء المحجوز ، مما يؤدى كذلك الى تأخير عملية التسرب .

ولقد ابتكر الباحثان (هورتر ولويد) طريقة لتحديد منحنى معدل التسرب لاحواض التصريف الصغيرة ، وقد استخدمنا تلك الطريقة مع تعديلات طفيفة لابتكار منحنيات معدل التسرب لتجمعات مياه الامطار فى منطقة (عبدات) وأصبح معدل التسرب الابتدائى حوالى عشرة الى عشرين ملليمترا فى الساعة ، والمعدل النهائى ٢ ملليمتر فى الساعة اما المنحنى العام فهو ذو طابع لالى فحسب .

اما العامل الهام الثانى الذى يؤثر فى كمية التصريف المطرى فهو طبيعة الامطار الساقطة ، ويبدو للوهلة الاولى ان الكمية المتوافرة من الامطار فى اى منطقة لها امكانيات متنوعة لاحد لها . على ان هناك ثلاثة طرق للقياس يمكن استخدامها لتحديد العواصف المختلفة : (أ) عمق الامطار (اى كميتها) ، (ب) وقت الامطار (اى مدى استمرارها) (جـ) تكرار الحدوث (اى متوسط المسافة الزمنية او الفاصل الزمنى بين السقوط المتكرر للامطار) . ان العلاقة بين عمق المطر ووقته تسمى كثافة المطر ، كما ان الامطار من اى كثافة تحدث بدرجات متفاوتة فى مختلف المواقع والاماكن ، كما ان كثافة امطار محددة يمكن توقعها بتكرار زمنى او تتابع زمنى معلوم ، (اى فترة عودة سقوط المطر) لها اهمية قصوى فى تحديد تكرار حدوث السيول ، وتكرار حدوث التصريف المطرى .

ان اجدى طريقة فى تحديد فترة عودة سقوط المطر من الكثافات المختلفة تتم عن طريق دراسة السجلات السابقة ، وبالربط بين سجلات سقوط المطر الحالية فى منطقة النقب استطعنا تحديد منحنيات الكثافة والدوام فوق هضاب النقب .

لقد سجلت مصلحة الارصاد الجوية فى اسرائيل حالات كثافة متناهية فى الارتفاع فى منطقة النقب ففى ١١ اكتوبر ١٩٤٣ حدثت فى منطقة سدوم عاصفة مطرية بالغة العنف لمدة نصف ساعة سجلت فيها أمطار بلغت ٥٠ ملليمترا . وفى منطقة (مشابيح صادح) فى ١٢ فبراير ١٩٥٨ ، سقطت (١٠) عشرة ملليمترات من الامطار خلال خمس عشر

دقيقة ، وفى ١١ يوليو ١٩٥٧ سجل رقم قياسى آخر فى منطقة (مشابيح صادح) بلغ ٣١ ملليمترا من الامطار خلال ٤٥ دقيقة . وفى منطقة ([illegible]) فى صحراء سيناء فى ٢٥ يوليو ١٩٢٥ ، سجل رقم قياسى آخر يقدر بنحو ١٥٣ ملليمترا من الامطار خلال ساعات قليلة ، على ان تلك العواصف المطرية الكثيفة غير العادية كانت فى الواقع عواصف مطرية او انفجارات سحب محلية لم تغط منطقة واسعة .

ولقد سجلنا درجات كثافة جميع حالات سقوط الامطار فى (عبدات) وشفتاء منذ عام ١٩٥٨ ويوضح أعلى كثافات سقوط الامطار فى عبدات ، وأعلى كثافات سجلت فى اسرائيل كلها بواسطة مصلحة الارصاد الجوية .

ومن الطريف ان نلاحظ ان منحنيات الكثافة العامة فى النقب متساوية ، بل أقل من منحنى الكثافة العام فى اسرائيل .

وتدل السجلات ان سقوط الامطار فى النقب ، باستثناء حالات قليلة للغاية يتسم بكثافة منخفضة نسبيا ، كما ان متوسط سقوط الامطار السنوى يتسم بنمط كثافة منخفض ، ومعنى ذلك ان الامطار التى تسقط لمدة نصف ساعة تكون كثافتها ما بين ستة الى ثمانية ملليمترات فى الساعة ، او انها تنتج ما بين ثلاثة الى أربعة ملليمترات من الامطار ، وبالمثل فان عاصفة مطرية متوسطة لمدة ساعة تنتج ٥ ملليمترات ، وعاصفة مطرية لمدة عشر ساعات تنتج ١٥ ملليمترا ، والامطار التى تستمر طوال اليوم لا تنتج أكثر من ٢٠ - ٢٥ ملليمترا ، وبسبب هذه الخاصية التى تتسم بها الامطار فمن الواضح ان العواصف المطرية العرضية ذات الكثافة العالية قد تسبب سيولا مفاجئة هائلة ، اذا استمرت مددا طويلة . ومن الواضح كذلك فى نفس الوقت ان السيول السنوية المحدودة لا بد ان تحدث بسبب التفاعل بين مناسيب معدلات التسرب فى التربة وبين كثافة الامطار .

ان التفاعل بين هذين العاملين المتغيرين تغيرا دائما يؤدى نظريا الى عدد غير محدود من الحلول والنتائج لاى عاصفة مطرية ، بيد اننا وجدنا ان معظم العوامل الهامة التى تحدد النتيجة النهائية لهذا المتوسط المركب لا تظهر الا خلال فترة عام ، وتتأثر هذه المتوسطات بعدد من عوامل تجميع المياه الثانوية ، مثل الحجم ، والشكل والاتجاه ، والتضاريس ، والجيولوجيا (تكوين طبقات الارض) وظروف السطح - مما يكون جزءا من ذلك المركب الخاص ، ولقد اجرينا تجربتين لدراسة هذه العوامل : ففى التجربة

الاولى أقمنا عشرين محطة للتصريف المطرى لتحديد تأثير الانحدار وغطاء التربة على كمية تصريف المياه المطرية سنويا ، وفى التجربة الثانية : درسنا ثمانية مجمعات مياه امطار طبيعية لتحديد اثر حجم مجمع المياه وشكله على كمية تصريف مياه الامطار .

ولقد اقمنا عشرين محطة للتصريف المطرى على منحدر قريب من مزارع عبدات ، وكانت كل محطة او قطعة أرض تقدر مساحتها بنحو عشرين مترا طولا (مع انحدار السفح) وأربعة أمتار عرضا ، وكانت حدود كل قطعة تتألف من ضفاف ترابية منخفضة ومتماسكة ، ارتفاعها من ١٠ الى ١٥ سنتيمترا ، وعرضها ٢٠ سنتيمترا ، وعند الطرف الادنى لكل قطعة من تلك القطع أقيمت قناة تصريف ، لتجميع تصريف مياه الامطار من قطعة الارض ، وتوصيلها من خلال ماسورة الى براميل مغطاة . وقد وضعت عدة مقاييس للامطار عشوائيا فى أكثر من موقع داخل منطقة التجارب ، ويشمل تنظيم التجربة خمسة معاملات للسطح ، وأربعة منحدرات فى تصميم كله عشوائى مع أربعة نماذج أخرى مكررة . وكان المنحدر داخل كل قطعة متشابها وموحدا ، وكان اطار المنحدر بين القطع ما بين ١٠ — ٢٠ سنتيمترا . وقد أجريت المقارنات التالية بين المعالجات الخمسة للسطح .

أ — التحكم : ترك الرصيف الصحراوى الطبيعى دون أى تدخل ، وتنتشر فوق السطح الطبيعى مجموعة من الاحجار (الرصيف الصحراوى الشائل من المنحدرات المكونة من صخور الهامادا — انظر الفصل الخامس) بعضها مخلخل ، وبعضها مدفون فى التربة الطفلية الضحلة .

ب — الارض الجرداء : أزيلت احجار السطح تماما ، وأجريت عملية تسوية للسطح الخالى تماما من الاحجار بواسطة زحافة يدوية خفيفة لان ازالة الاحجار التى كان بعضها مدفونا فى التربة قد خلفت السطح فى حالة تخشن بالغة .

ج — التلال والروابى : جمعت احجار السطح فى اكوام مخروطية يبعد بعضها عن بعض مسافة خمسة امتار على طول خط ممتد حتى منتصف قطعة الارض ، وكانت الاكوام تصل الى ٨٠ سنتيمترا فى قطرها عند القاعدة و ٠ر٧٠ سنتيمترا فى الارتفاع ، وقد سويت السطوح الجرداء بين التلال على النحو السابق .

د — الترحيف : نظفت قطع الارض على نحو ما تم فى المعالجة السابقة ، ثم تم رش وترطيب السطح القاعدى بالتساوى قبل اجراء عملية الترحيف .

هـ — ترحيف التلال : بنيت التلال على نحو ما تم فى المعالجة الثالثة ، وتم ترطيب وتسوية السطح بواسطة زحافة ، كما حدث فى القطع الجرداء المزحفة .

وبعد كل عاصفة مطرية كان التصريف المطرى يجمع من كل قطعة ، ويقاس لتحديد الحجم فى براميل التخزين ، كما قيس المطر المنهمر بواسطة مقاييس الامطار ، وقد اجرى تحليل لمياه تصريف الامطار من البراميل للحصول على محتويات الرواسب والاملاح المذابة .

ومنذ البداية الاولى لاجراء التجارب أشارت النتائج الى دهشتنا : ففى العام الاول من الملاحظة (٦٢ — ١٩٦٣) لم يسقط سوى ٢٥ر٦ ملليمترا ، ولم يحدث الا تصريف مطرى محدود ، وبالرغم من ذلك فقد لاحظنا على الفور ان انحدار قطعة الارض كان عاملا هاما . اما فى العامين التاليين فقد سقطت كميات مطر كبيرة (بلغ سقوط المطر ١٥٢ر٧ مم و ١٥٩ر٨ ملليمترا) وكانت الاختلافات بين المعالجات غير واضحة وضوحا تاما . وبالرغم من ذلك اتضحت الاتجاهات الرئيسية بعد سنتين اخريين من التسجيل ، ففيما بين ١٩٦٢ — ١٩٦٣ ، ١٩٦٦ — ١٩٦٧ جمعنا أكثر من مائة تسجيل يومى للتصريف المطرى ويمكن استخلاص النتائج التالية من الجدول :

(١) أن المنحدر المائل عامل بالغ الاهمية يؤثر فى كمية تصريف مياه الامطار ، وتدل النتائج مع استثناءات طفيفة على أنه كلما ازداد الانحدار والميل قل التصريف المطرى وهذه نتيجة محيرة للغاية ، وهى عكس كل الملاحظات التى تمت حتى الان فى قطع الارض الاخرى الخاصة بالتصريف المطرى فى العالم كله . وتفسير هذه النتيجة المحيرة يحتاج لفهم الظروف الطبيعية والجغرافية فى النقب فمقياس الانحدار ليس فقط دلالة على الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة ، بل مؤشرا يلخص كل الظروف الطبيعية والجغرافية : عمق التربة ، والغطاء الحجرى ، والنتوءات الصخرية والغطاء النباتى الصغير فى المنطقة ، اذ انه فوق المنحدرات الشديدة الميل نجد ان غطاء التربة شديد الضحالة ، لا يتجاوز عمقه احيانا بضعة سنتيمترات ولا يغطى السطح بالاحجار بل يحطم بواسطة النتوءات الصخرية للصخور المفتتة . ومن ناحية أخرى فانه فوق المنحدرات الخفيفة الميل يصل غطاء التربة الى ٢٠ — ٤٠ سنتيمترا فى العمق ، ولا يتخلل السطح سوى قلة من النتوءات الصخرية ، ولذلك يوجد فوق المنحدرات شديدة الميل عاملان يؤثران فى تخفيض كمية تصريف مياه الامطار :

أولا : الغطاء الرقيق للتربة لا يبرز بروزا كاملا كما يحدث فوق الترباتالعميقة ويساعد هذا بدوره الى جانب الثبات الصخرى والصدوع الصخرية عند التقاء التربات بأسطح الحجارة ، وكذلك أسفل الحجارة يساعد على تسرب المياه من خلال سطح التربة.

ثانيا : ان النتوءات الصخرية تشكل حواجز محلية ، ومن ثم فهى تزيد من تخزين المنخفضات ، وفى حالات المطر الخفيف بشكل خاص ، فان هذا العامل يؤدى الى نقصان كمية التصريف المطرى.

(٢) ان ازالة الاحجار تزيد من التصريف المطرى . ان ازالة الاحجار من قطعة من الأرض او جمعها فى تلال تزيد من التصريف المطرى. ولقد وفرت كل المعالجات كميات زائدة من التصريف المطرى خلال السنوات مع انماط مطرية متوسطة ، مما يدل على ان الزيادة بازالة الاحجار فى سنوات ١٩٦٥ - ١٩٦٦ ، ١٩٦٦ - ١٩٦٧ تتراوح بين ٧ الى ٦٠ % مع متوسط يبلغ حوالى ٣١ % . وقد كان لازالة الاحجار أثر قوى على المنحدر المائل بنسبة ٢٠ % كما تبين لنا ان ازالة الاحجار لها تأثير ممتاز فى حالات المطر الخفيف ، ففى حالات رخات المطر الغزيرة تنتج قطع الارض المعالجة وغير المعالجة نفس كميات التصريف المطرى، كما ان ازالة الاحجار زادت التصريف المطرى بنسبة ٢٠ - ٤٠ % وبعد يومين اى فى ٢٤ مارس ١٩٦٥ حدثت رخة مطرية ثانية خفيفة (٧ر١ ملليمترا) وكانت تربة السطح لا تزال رطبة ولم تكن الفروق بين المعالجات كبيرة كما كانت الحال فى السابقة وبالرغم من ذلك فان ازالة الاحجار زادت من التصريف المطرى بنسبة ٥ - ١٥ % .

ويبدو ان عملية التصريف المطرى من هذه القطع شديدة التعقيد . وان هنالك مرحلتين اساسيتين : المرحلة الاولى تضم الفترة التى تسقط فيها بضعة ملليمترات من المطر فقط . وفى هذه المرحلة تظل هناك شقوق وصدوع وفتحات بين الاحجار الواقعة فوق السطح وتربة السطح مع ان القشرة تكون قد تكونت فوق اجزاء قطع الارض ذات الغطاء السطحى للتربة ، وهذه الفتحات الصغيرة تساعد المياه على التسرب من خلال السطح ، ومن ثم فان قطع الارض ذات الغطاء الحجرى لا تعطى الا كميات أقل من التصريف المطرى.

وبعد سقوط حوالى ١٥ - ٢٠ ملليمترا من الامطار فان جميع قطع الارض (التى ازيلت منها الاحجار او التى بقى غطاؤها الحجرى) تعطى نفس الكمية من التصريف المطرى،

ولكن اذا استمرت الأمطار فان قطع الارض الخاصة بالقياس والتحكم بغطائها الحجرى قد تعطى مزيدا من التصريف المطرى أكثر مما تعطيه قطع الارض الاخرى . وعند هذه المرحلة تكون القشرة قد تكونت فوق كل قطع الارض ، وتصبح أسطح التربات جميعها غير نفاذة وتصبح الاحجار متداخلة مع سطح التربة وتسد كل الشقوق الصغيرة سدا كاملا . بيد ان الاحجار كلها غير نفاذة ، ولكن التربة وان كانت ذات طاقة اقتصادية منخفضة ، فهى لا تزال تسمح للمياه بالتسرب . ولذلك وفوق قطع الارض ذات الغطاء الحجرى ، نجد فى المرحلة الحالية مساحة أقل من الارض تسمح للمياه بالتسرب من خلال السطح ، واذا استمرت الأمطار فان المساحات ذات الغطاء الحجرى تنتج كميات أكبر من التصريف المطرى.

ان معظم التصريف المطرى السنوى فى النقب يجئ فى شكل رخات خفيفة ، ولم تزد الامطار - الا فى حالات استثنائية محدودة على ٢٠ ملليمترا فى اليوم الواحد . وفى ظل هذا النوع من نظام التصريف المطرى ، تعطى القطع المنظفة من الاحجار مزيدا من التصريف المطرى يفوق قطع الأرض المغطاة طبيعيا .

وازاء كل هذه الملاحظات سوف نتناول التجربة الهيدرولوجية الثانية التى قمنا بها على أساس مجمعات مياه الامطار فى مزرعة عبدات التى قمنا باعادة انشائها . وتتلقى هذه المزرعة مياه تصريف مطرى من سبعة مجمعات مائية تبلغ فى مجملها حوالى ٣٠ هكتارا ، ومن مجمع كبير لمياه الامطار تبلغ مساحته ٣٤٥ هكتارا . ولقد استخدمنا مجمعات مياه الامطار هذه للدراسات الهيدرولوجية ، التى أخذنا نجربها منذ عام ١٩٥٨ . وتتألف مجمعات مياه الامطار من سفوح صخرية وحجرية ، وان كان يقع منها ١٢ هكتارا فى قيعان الأودية التى كانت تزرع فى الازمنة الغابرة . ولقد أقيم سد لقياس المياه مزود بمعدات تسجيل آلية فى النقطة التى يلتقى فيها الوادى الرئيسى بمزرعة عبدات التى أعيد بناؤها .

اما مجمعات مياه الامطار الصغيرة فهى مقسمة صناعيا الى سبعة مجمعات مائية بواسطة قنوات قديمة لجمع التصريف المطرى . وقد أعيد بناء هذه القنوات ، وأقيمت سدود قياس مزودة بمعدات تسجيل آلى عند الاطراف الدنيا لكل القنوات عند دخولها المزرعة . وقد اقيم مقياسان آليان للامطار عند مجمع المياه ، كما وزع سبعة عشر مقياسا للامطار فى المنطقة كلها وبهذه الطريقة تم الحصول على معلومات كاملة عن سقوط الامطار والتصريف المطرى من كل مجمعات الامطار . ويتراوح حجم المجمعات المائية من هكتار واحد الى سبعة هكتارات ، كما ان الظروف الجغرافية الطبيعية مثالية فى منطقة عبدات

ويتراوح انحدار الارض فيها من ١ % الى ٧٠ % ، ويغطى أكثر من ٦٠ % من المساحة بالتربات الضحلة والسطوح الحجرية الحصباوية ، وتتفاوت كثافة التصريف من ١٥ الى ٤٥ مترا من قنوات التصريف لله ونم الواحد (ار٠ هكتار) ويتفاوت طول جمعمات مياه الامطار من ٢٠٠ الى ٨٤٠ مترا ، وعرضها المتوسط من ١٥ الى ١٥٠ مترا .

ومن الطريف ان نقارن أولا التصريف السنوى المطرى من مجمع المياه الكبير مع متوسط التصريف المطرى السنوى لجمعمات المياه المطرية الصغيرة ، ولقد انتج مجمع الامطار الكبير حوالى ٥٢٫٠٠٠ مترا مكعبا خلال ٢٧ فيضانا فى فترة السنوات السبع مابين ١٩٦٠ – ١٩٦١ ، ٦٦ ، ١٩٦٧ اى بمتوسط قدره ٧٥٠٠ متر مكعب سنويا او حوالى ٢٤ مترا مكعبا فى الهكتار ، ولقد انتج ٧٠ % من هذه المياه فى العام الشديد والغزير الامطار ١٩٦٣ – ١٩٦٤ ، وفى العام الشديد الجفاف ١٩٦٢ – ١٩٦٣ مترا مكعبا واحدا للهكتار . ومن ناحية أخرى فان مجمعات مياه الامطار الصغرى التى تبلغ مساحتها الكلية ٣٠ هكتارا ، انتجت حوالى ١٧٫٠٠٠ متر مكعب فى ٤٦ سيلا خلال نفس الفترة او بمتوسط ٧٩ مترا مكعبا للهكتار فى العام الواحد . وقد مثلت السنة غزيرة الامطار ١٩٦٣ – ١٩٦٤ ٤٠ % فقط من التدفق الكلى ، وحتى فى السنة شديدة الجفاف ١٩٦٢ – ١٩٦٣ كان متوسط انتاج المياه ١١ مترا مكعبا للهكتار من مجمعات مياه الامطار الصغيرة. ويتضح من هذه الارقام ان حجم مجمع مياه الامطار له تأثير ضخم على ناتج المياه ، وكلما زاد حجم مجمع المياه قل ناتج المياه . ويمكن مقارنة هذه الارقام كذلك بقطع الارض الصغيرة (٨٠ مترا مربعا) التى سبق ان تناولناها بالبحث حيث يكون تأثير الحجم أكبر وأعظم. ولقد انتجت قطع التحكم والقياس ذات الغطاء الحجرى الحصباوى الطبيعى وذات المنحدرات المائلة التى تتراوح مابين ١٠ % الى ٢٠ %) خلال فترة ثلاثة اعوام ٢٠٠ متر مكعب للهكتار فى العام الواحد . وفى العام المطير ١٩٦٣ – ١٩٦٤ ٥٠ % من هذه الكمية ، بل وفى عام الجفاف ١٩٦٢ – ١٩٦٣ انتجت ١٥ مترا مكعبا فى الهكتار الواحد . اما القطع المزحفة المرطبة (المبللة بمياه الامطار) ذات التلال والمنحدرات بالميول التى تبلغ انحدارها ١٠ % ، فقد انتجت حوالى ٤٣ مترا مكعبا فى الهكتار خلال عام الجفاف الشديد اذ لم يسقط سوى ٢٧ ملليمترا من الامطار .

ولم تنتج مجمعات المياه المطرية التى درسناها وحدها سعة نفس الكميات من المياه ، وهنالك اختلافات كبيرة بين الجمعات المائية المنفصلة. وهذه الاختلافات فى انتاج المياه يمكن تفسيرها بالحجم المتفاوت ، والانحدار المتفاوت لمجمع مياه الامطار

مجمعات مياه الامطار أرقام ١ ، ٢ على سبيل المثال تتكون بشكل عام من هضبة منبسطة مع قليل جدا من الاحجار ، ومن ثم كانت أكفأ قطع فى انتاج المياه وكان متوسط انتاجها ١٠٠ متر مكعب للهكتار فى العام خلال فترة السنوات السبع . ومن ناحية أخرى فان مجمعات مياه الامطار أرقام ٣ ، ٤ ، ٦ ، ٧ كانت أقل فى انتاج المياه . وتتكون هذه المجمعات المائية من منحدرات تتفاوت من ٥ % الى ٤٠ % ، ومعظم مساحتها ذات منحدرات تزيد على ٢٠ % ، وهى مغطاة بالحجارة ، ولذلك فهى لم تنتج أكثر من ٦٨ مترا مكعبا للهكتار فى العام الواحد . اما مجمعات المياه الطبيعية فى المنطقة فهى تتدرج مابين هذين النمطين الجغرافيين الطبيعيين ، ومن ثم كان انتاجها السنوى من المياه يقع بين هاتين القمتين المحدودتين ، ويمكن رؤية تأثير الحجم كذلك فى مجمع مياه الامطار رقم (٥) وهو مجمع صغير لا يزيد على هكتار واحد ، وانتج فى المتوسط ٩٥ مترا مكعبا للهكتار فى العام الواحد .

وفى مزرعتنا الثانية بمنطقة شفتاه قمنا كذلك بملاحظات هيدرولوجية على أربعة جمعات لمياه الامطار تلاصق المزرعة. وتتفاوت هذه الجمعات المائية فى الحجم من حوالى متر واحد الى ١٢ مترا ، وخلال الفترة من ١٩٦٠ – ١٩٦١ الى ١٩٦٦ – ١٩٦٧ سجلنا ٤٤ سيلا جمعت كمية متوسطة تبلغ نحو ١٠٠ متر مكعب للهكتار الواحد فى العام .

ومن النتائج الهيدرولوجية النمطية لمنطقة شفتاه نتائج مجمع مياه الامطار رقم (٤) يصرف هذا المجمع مياهه فى بئر ١٩٦٠ – ١٩٦١ حتى ١٩٦٦ – ١٩٦٧ وكان متوسط حصول المياه فى فترة السنوات السبع (١٩٦٠ – ١٩٦٧) ١٢٠ مترا مكعبا للهكتار فى العام اى أعلى من المتوسط فى منطقة عبدات. ومرد هذا على الارجح الى صغر حجم جمع المياه ، ووجود اكوام حجارة قديمة فوقه .

ولتقدير المتوسط السنوى لمحصول المياه من اى منطقة ، جمعنا كل هذه الملاحظات من مجمعات المياه وقطع اراضى التصريف المطرى فى شكل بيانى واحد . يوضح تأثير التصريف المطرى السنوى ، وحجم مجمع لمياه ، والانحدار والغطاء الحجرى على ناتج المياه السنوى . وحيث يسهل استخدامه ، فاذا كان المطر السنوى المتوقع على سبيل المثال هو ١٠٥ ملليمترات ، فانه ينتظر ان ينتج مجمع مياه مطرية صغير يصل حجمه الى ار٠ هكتار وله غطاء حجرى طبيعى وانحدار بنسبة ١٠ % مايقدر تقريبا بنحو ستة عشر مترا مكعبا

وتؤدى ازالة الاحجار من هذه المنطقة لزيادة ناتج كل عام من مياه التصريف المطرى ، وتؤدى ازالة الاحجار من هذه المنطقة لزيادة ناتج المياه الى حوالى ٢١ مترا مكعبا سنويا اى بنسبة زيادة تبلغ ٣٠ ٪ . ومن ناحية ثانية ، اذا كانت نسبة انحدار المنطقة ٢٠ ٪ ، فان ناتج المياه السنوى للغطاء الطبيعى لن يتجاوز ٦ امتار مكعبة ، وسوف تزيد ازالة الاحجار هذه الكمية الى ١٢ مترا مكعبا اى ان الزيادة فى نسبة ١٠٠ ٪ .

ويدل الرسم البيانى كذلك على تأثير حجم مجمع المياه على ناتج المياه ، ففى حين ينتج مجمع المياه المتناهى الصغر (مجمع صغير للغاية) انحداره ١٠ ٪ ، وله غطاء طبيعى يتلقى ١٠٥ ملليمترا من التصريف المطرى سنويا ـ ينتج ١٦٠ مترا مكعبا للهكتار ، فان مجمع المياه الكبير الذى يتصف بانحدار مماثل وحجمه ٢٠ هكتارا لا ينتج أكثر من ١٠٠ متر مكعب للهكتار ، وينتج مجمع مياه الامطار الذى تبلغ مساحته ٣٠٠ هكتارا مالا يزيد على ٥٠ مترا مكعبا للهكتار .

ويوضح هذا الرسم البيانى كذلك مدى اهمية تأثير الازالة الحجرية خلال السنوات المتوسطة وسنوات الجفاف . اذ ان هذه العملية تزيد ناتج المياه فى سنوات الجفاف بنسبة ٤٠ مترا مكعبا تقريبا للهكتار ، اما فى سنوات الامطار الغزيرة التى تزيد فيها الامطار على ١٣٠ ملليمترا فان الناتج الزائد قد لا يتجاوز ١٠ ـ ٢٠ مترا مكعبا للهكتار .

ويوضح الرسم البيانى كذلك انه خلال سنوات الجفاف التى تقل نسبة الامطار فيها عن ٥٠ ملليمترا ، فان مجمعات المياه التى تزيد فى مساحتها على ٥٠ هكتارا لن تنتج كمية مياه ذات بال ، اما مجمعات المياه المطرية الصغيرة فسوف تنتج ما بين ٢٠ ـ ٤٠ مترا مكعبا للهكتار ، اما مجمعات المياه المتناهية الصغر فى الحجم فسوف تغل حوالى ٨٠ ـ ١٠٠ متر مكعب من المياه للهكتار الواحد .

الفصل العاشر

مياه الشرب فى الصحراء

أعدنا القول فى هذا الكتاب كله حول ضرورة توافر المياه باعتبارها سر الحياة فى الصحراء . ولقد تناولنا حتى الان موضوع استخدام المياه للاغراض الزراعية ، وسوف نتعرض الآن لموضوع لا يقل أهمية ، وهو توافر المياه للاستخدام المنزلى . وسوف نحاول أولا تكوين فكرة عن احتياجات سكان الصحراء الى المياه ، ومن ذلك احتياجات العائلة والمواشى . وحتى نطلق حكما عاما سوف نفترض ان العائلة الصحراوية النموذجية تتألف من ستة أفراد ، وجملين وعشرة رؤوس من الأغنام أو الماعز ، وحمار واحد وكلبين . ويتألف المخيم الهدوى من ثلاث الى خمس من مثل هذه العائلات المفترضة على أرجح التقديرات .

وتتفاوت احتياجات العناصر المختلفة للعائلة الافتراضية من المياه من عائلة لأخرى ، كما انها تختلف فى الصيف عنها فى الشتاء . وهنالك ثلاثة عوامل اساسية تحكم احتياجات الانسان أو الحيوان من المياه فى الصحراء هى : درجة حرارة الهواء ، ثم الخواص الطبيعية (وزن الجسم ومساحة السطح) ثم النشاط فدرجة حرارة الجو والخواص الطبيعية امور خارجة عن ارادة الانسان (او الحيوان) اما النشاط فانه يتراوح من النوم فى الظل الى تسلق الجبال وقت الظهيرة . فالانسان والحيوان يحتاجان الى المياه اساسا لتعويض الرطوبة التى فقداها بسبب العرق والتنفس ، وربما كان الانسان أرق المخلوقات وأقلها ملاءمة فى هذا المخيم الافتراضى للحياة فى الصحراء . وحتى يحافظ الانسان على صحته لابد ان يضمن بقاء درجة حرارة جسمه حول ٣٧ درجة مئوية ، ومن ثم فهو يعرق عندما ترتفع درجة حرارته ، والعرق يبرد جسمه الى مستوى درجة الحرارة المطلوبة . ومن ناحية أخرى فان الجمل (والحمار بنسبة أقل) لا يحافظ على درجة حرارة دائمة لجسمه ، ولكنه يبقى سليما لو ارتفعت الحرارة بضع درجات (انظر الفصل الثامن عشر) .

والنشاط المبذول يؤثر كذلك على احتياجات الانسان والحيوان الى المياه . فالانسان الذى يؤدى عملا بدنيا شاقا ، خلال يوم من أيام الصيف فى الصحراء قد يستخدم ما يصل الى ١٢ لترا من المياه ، لكن متوسط الاستخدام العادى سوف يتراوح بين أقل من لترين فى اليوم فى الشتاء الى ما يزيد على سبعة لترات فى الصيف او حوالى متر مكعب وصف للفرد فى العام . والجمل وان كان وزنه يبلغ أضعاف وزن الانسان من خمس الى سبع مرات ، فانه يحتاج الى أربعة او خمسة لترات من الماء يوميا فى الصيف ومن لتر الى لترين فقط فى الشتاء

او حوالى متر مكعب فى العام . وبسبب هذا ضخامة حجمه والمدى الحرارى المتاح . اما الحمار بالرغم من صغر حجمه فانه يحتاج الى ضعف ما يحتاج اليه الجمل من الماء ، وهذا التشابه مرده الى انخفاض المدى الحرارى المتاح لدرجة حرارة الجسم ، فضلا عن الكفاءة العالية للجلد الوبرى للجمل الذى يعمل بمثابة عازل حرارى افضل مما يعمل جلد الحمار . اما الاغنام والماعز فهى حيوانات تقاوم الظروف القاحلة الجافة ، ولعل ذلك بسبب عامل العزل الحرارى للفروة الصوفية ، وتحتاج الى لترين او ثلاثة لترات من المياه يوميا فى الصيف ، واقل من نصف هذه الكمية فى الشتاء او ما يقارب نصف متر مكعب من المياه فى العام . اما احتياجات كلب الصحراء فهى نفسها احتياجات الاغنام . واذا ما حسبنا الاحتياجات النظرية للعائلة الصحراوية سنويا وجدنا الاتى :

عدد			امتار مكعبة
٦	أشخاص كل شخص ٥ر١ متر مكعب من المياه فى العام	=	٩ متر مكعب فى العام
جملان	كل جمل متر مكعب من المياه فى العام	=	٢ متران "
١	حمار كل حمار متر مكعب " "	=	١ متر مكعب "
١٠	اغنام او ماعز كل رأس نصف متر "	=	٥ " " "
كلبان	كل كلب نصف متر مكعب من المياه فى العام	=	١ " " "
الاجمالى		=	١٨ مترا مكعبا فى العام

وبعبارة أخرى تحتاج هذه العائلة الافتراضية وماشيتها الى نحو عشرين مترا مكعبا من المياه فى العام حتى يمكنها ان تعيش فى الصحراء .

ولتوفير مثل هذه الكميات المحدودة من المياه لابد أن يبذل جميع سكان الصحراء القدامى منهم والمعاصرون ، كل قدراتهم الابتكارية لاستغلال الظواهر الجغرافية الطبيعية فى الصحراء .

وتعتبر بعض مشروعات تخزين وجمع المياه للمستوطنين القدامى نماذج بارزة لاستخدام المعارف الهندسية ، ويمكن احترامها فى الوقت الحاضر بالنظر الى مستواها الفنى الرفيع . ان موارد المياه المتاحة لسكان الصحراء كانت تندرج فى مجموعتين : المياه الجوفية ، والمياه السطحية ، ولكل نوع من هذين النوعين شكله البدائى او الاولى وشكله المتطور .

وسوف نتناول أولا تطوير موارد المياه الجوفية ونظرا لان الامطار شحيحة وقليلة

السقوط فى الصحراء فان السؤال الاول الذى يبرز هو كيفية تكوين المياه الجوفية فى الأرض الصحراوية . ان المياه الجوفية فى الصحراء (كما هى فى كل المناطق) لها مصدران مصدر محلى ، ومصدر بعيد ، والمصدر المحلى هو مياه السيول التى تتسرب داخل احواض الحصباء فى الاودية خلال السيول المحلية وفى أعقابها مباشرة . اما المصدر البعيد فان هذه العملية تحدث خارج نطاق حدود المنطقة الصحراوية .

ان احواض الحصباء نفاذة نسبيا ، وتتسرب فيها مياه السيول الى اسفل ، وتملاء نجواتها الخالية بين حجارة الحصباء وحبيبات الرمال . ولما كانت احواض اودية الحصباء فى النقب تغطى العادة فوق تكوين حجرى جيرى أقل نفاذية فان المياه التى تتسرب الى أسفل تبقى تحت الارض ، وتصبح بمثابة حوض ماء محتجز ، له قاع من الحصباء باعتباره طبقة صخرية مائية . وللاودية عادة منحدر مائل نسبيا (حوالى ١ ـ ٣ %) وهذه المياه الجوفية المحجوزة تتدفق الى اسفل ببطء . واذا حفر احد حفرة فى قاع الوادى ووصل الى هذا الحوض المائى فانه يعثر على الماء . واذا افرغ حفرة الماء فسوف يكتشف ان المياه قد عادت لتملأها أو انها عادت الى الحفرة بعد قليل ، ومعدل اعادة الملء يتوقف على نوع المادة التى تكون الطبقة الصخرية المائية . فاذا كانت الطبقة الصخرية المائية من الحصباء والرمال النقية فان معدل اعادة الملء سوف يكون سريعا جدا ، وفى هذا النوع من قيعان الحصباء تتحرك المياه الجوفية بسرعة عالية نسبيا قد تصل الى عشرة امتار فى اليوم فى الانحدار الذى يصل الى ١ % . وبالرغم من ذلك فان معظم أحواض الاودية فى النقب لا تتكون من الحصباء النقية بل تتكون من خليط الحصباء والطفل والرمال والتربة الطفلية الطميية المفتتة من سفوح التلال . وفى ظل هذه الظروف تصبح سرعة التدفق أقل ، اى ما بين ٣ر٠ ، ٠٣ر٠ متر فى اليوم الواحد ، ولذلك فان اعادة ملء المياه الجوفية داخل حفرة كبيرة فى الوادى الحصباوى الطفلى بطيئة فى معدلها . على ان المياه الجوفية فى بعض الاماكن فى قيعان الاودية تتسرب خلال الفتحات والصدوع داخل القاع الصخرى السفلى ، وتظل تتسرب الى ان تقابل طبقات غير نفاذة على مستويات أدنى . وعندئذ تنساب المياه الجوفية فوق هذه الطبقة غير النفاذة ، وقد تترشح لتصبح ينبوع ماء حين تصل الطبقة غير النفاذة هذه الى مستوى السطح .

والى جانب هذه المصادر المحلية هنالك مصادر اخرى بعيدة ناتجة عن الامطار وعن تسرب المياه فى مناطق بعيدة عن الصحراء . ومن الامثلة النموذجية لهذا النوع من المصادر البعيدة طبقات الحجر الرملى النوبى العميقة ، الواقعة تحت صحارى شمال

كانت تمتلئ ببقايا الفتات الناتج عن التعرية بعد كل سيل ، ولا شك انهم كانوا يعيدون حفر الحفرة كل مرة ، لكن ذكاءهم أرشدهم فى النهاية الى محاولة حفر الحفرة او الفتحة فوق ضفة او حافة الوادى بحيث تكون محمية من سيول الامطار . وحين فعلوا ذلك ووصلوا الى مستوى الحصباء الحاملة للمياه بدءوا فى انشاء البئر الاولى . ولا يزال البدو فى النقب حتى الوقت الحاضر يحفرون ويستخدمون هذا النوع من الابار البدائية . وعادة ماتكون البئر ضحلة يبلغ عمقها من ٣ ـ ٦ امتار ، وقطر عنقها الضيق لا يتجاوز قطره من ٥٠ ـ ٦٠ سنتيمترا وهذا النوع من الابار يسمى (الثملاء) وهى كلمة عربية تعنى المكان الذى توجد فيه المياه ويذكر العالم بالمو هذه (الثمائل) حين يكتب ويقول : ان البلاد تكاد تخلو من المياه ، ولكن يمكن الحصول على المياه بحفر حفرات صغيرة تسمى الثمائل فى الأرض ، بحيث يملأ المرء كفيه من المياه . ويمكن (للثملاء) الوحيدة ان تنتج من $\frac{1}{4}$ الى ½ متر مكعب من المياه فى اليوم الواحد ، ولا سيما اذا اتسع قطر القاع الى متر او مترين واذا كانت الحصباء الحاملة للمياه تحتوى على كمية قليلة من الطفل . ثم تصبح بعد ذلك بئرا ضحلة تنتج مقدارا كبيرا نسبيا من المياه يبلغ ما بين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ متر مكعب سنويا . والبئر من هذا النوع تكفى لتوفير كل احتياجات المياه لنحو (١٠ ـ ١٥) عائلة افتراضية معها ماشيتهم .

اما البئر التى حفرها ابراهيم (سفر التكوين ٢١ : ٢٥ ، ٣٠) عند بئر سبع فقد كانت بئرا من هذا النوع . ويتلاءم قاع الحصباء فى وادى بئر سبع مع هذا النوع من الانشاءات ، ولا يزال البدو وحتى الوقت الحاضر يستخدمون الثمائل القديمة بالقرب من وادى بئر سبع لسقى مواشيهم وأغنامهم .

وهناك بعض السمات الأخرى المميزة لعديد من الآبار الضحلة قد وضعت ببيانها فى سفر التكوين ٢٩ : ٢ ، ١٠ ، وقد جاء فيه انه حين شاهد يعقوب راشيل والاغنام ، واقترب يعقوب ، ودحرج الحجر من فوق فتحة البئر وهنالك آبار ضحلة كثيرة فى النقب لا زال البدو يستخدمونها وقد اغلقت بالحجارة .

ومن مظاهر التطوير الاخرى لهذا النوع من استغلال المياه فى احواض الحصباء انشاء سلسلة من الابار . وفى هذه النظم ، يحفر عدد من الابار فى الطبقة الصخرية المائلة ، ويدفع الماء منها داخل انفاق تحت الارض فى منحدرات صغيرة الى ان تصل الى مستوى السطح . ولقد كانت سلاسل الابار شائعة فى وادى عربة فى القرن السادس ق.م وقد وصفناها بالتفصيل فى الفصل الحادى عشر .

اما التطوير النهائى لموارد المياه الجوفية فكان حفر البئر العميقة وقد تطلب هذا التطوير ضرورة ان يفهم سكان الصحراء ان الينابيع الطبيعية تنتج عن المياه المتدفقة من الطبقات الحاملة للمياه فوق الطبقة الصخرية غير النفاذة ، ولابد لهم ان يدركوا كذلك انهم لو وصلوا بحفرهم الى الطبقة غير النفاذة فى اى مكان لوجدوا الطبقة الحاملة للمياه فوقها . وقد احتاج هذا الى نوع من الربط او الترابط الذكى فى تفكيرهم ، وكذلك استلزم وجود الادوات الضرورية للحفر العميق . وعلى سبيل المثال فعلى بعد ثلاثة كيلومترات من عبدات ، تصل ناحال زين الى نقطة ينخفض فيها الوادى نحو منحدر عميق يصل الى مائة متر ، وفى الشتاء عندما تتدفق امطار السيل يصبح منظر هذا المنحدر المائى رائعا مهيبا ولكن فى الصيف يصبح قاع الوادى جافا تماما ، وفى اسفل المنحدر المائى نجد ينبوعا طبيعيا صغيرا ينتج حوالى عشرة امتار مكعبة من المياه الصالحة كل ساعة . ولقد ادرك مهندس عبقرى منذ الفى عام مضت انه اذا حفر اسفل هذه الطبقة الحاملة للمياه على بعد ثلاثة كيلومترات من الينبوع ، فانه سوف يعثر على بعض الماء . اذ تتفوق هذه الطبقة الحاملة للمياه طبقة اخرى سمكها سبعون مترا من احجار الطباشير والاحجار الجيرية التى تنتمى الى العصر الايوسينى ، ولابد ان الامر اقتضى كثيرا من الشجاعة من جانب هذا المهندس عندما اقترح حفر حفرة قطرها ثلاثة أو أربعة امتار على عمق ٧٠ مترا من الصخر الصلب . ويمكن ان نتصور كذلك مدى الدهشة والحيرة التى لابد ان السكان البدائيين كانوا قد شعروا بها حين وجدوا الماء فى النهاية بعد هذا المجهود الجثمانى الهائل . ولقد كانت البئر ناجحة الى درجة ان حطما رومانيا قد انشئ بالقرب منها من أجل خدمة القوافل التى ترحل من البتراء أو ايلات الى غزة . وهكذا انشئ اول فندق صحراوى منذ الفى سنة مضت .

اما المصدر الثانى لمياه الشرب المنزلية فهو المياه السطحية وهناك فى هذا النوع ثلاث مراحل اساسية فى التطور ، من الاستخدام البدائى لفتحات الصخور الطبيعية ، الى حفر الابار المفتوحة ، وفى النهاية انشاء آبار مغطاة بأسقف محفورة داخل الصخور .

وفى اماكن كثيرة نجد ان النتوءات الصخرية المكشوفة فى قيعان الاودية تتعرض لعوامل التعرية بفعل السيول لتكوين احواض طبيعية تحتفظ ببعض مياه السيول بعد اختفاء امطارها المتدفقة . وقد تكون هذه الاحواض الصخرية الطبيعية ذات أبعاد كبيرة نسبيا (٥٠ ـ ١٠٠ متر مربع فى المساحة) وتصل الى متر واحد فى العمق ، وتبقى المياه فى

هذه الفجوات عدة شهور بعد موسم المطر وخاصة فى الاماكن التى ينخفض فيها معدل البخر من السطح ، نظرا لان الحوض محمى بفعل ظل صخور الوادى الشديدة الانحدار . وقد ورد ذكر الفجوات المائية الطبيعية فى التوراة فعندما تحدث الرب الى راميا النبى عن الجفاف قالت التوراة :
" لقد أتوا الى الفجوات (يقصدون حفر المياه) ولم يجدوا ماء " . وتجتذب حفر المياه هذه انواع الحيوانات البرية الصحراوية وخاصة ساعات المساء المبكرة كما انها تخدم الرعاة البدو والرحل المعاصرين ، وهى أكثر انواع جمع المياه السطحية بدائية من حيث استخدامها بواسطة سكان الصحراء الاقدمين .

ومن الواضح ان هذه الفجوات المائية كانت احيانا تصنع بواسطة الانسان . جاء فى التوراة (سفر الملوك ٣ ـ ١٦ ، ١٧) لتجعل هذا الوادى مليئا بالخنادق (اى الفجوات المائية) اذ هكذا يقول الرب : انك لن ترى الريح ، ولن ترى المطر ، ومع ذلك فسوف يمتلىء الوادى بالمياه ، وسوف تشرب بعد ذلك " . ويبدو من المنطقى ان الفجوات المائية الصناعية كانت هى النماذج الاولى للابار الحقيقية . فالابار المفتوحة المحفورة فى النقب خلال الايام الاولى لمملكة اسرائيل تمثل أكثر الاشكال بدائية من وسائل جمع مياه التصريف المطرى . ولقد وصفنا فى الفصل الثالث كيف اكتشفنا لاول مرة وتعرفنا الابار المفتوحة فى منطقة (ميشور هاروكاح) وسوف نصف الان السمات الرئيسية التى تحدد انشاءها وتشييدها .

لقد حفرت هذه الآبار المكشوفة داخل طبقة من صخر المرل الناعم غير النفاذ الشائع فى المنطقة ، والذى ينتمى الى عصر (التورنيان) الجيولوجى . ومن الابار النموذجية من هذا النوع تلك البئر المذكورة فى الفصل الثالث والتى عثرنا عليها مرتبطة بالاستيطان الاسرائيلى ، والحصن الاسرائيلى والبئر مستديرة الشكل ذات طاقة استيعابية تبلغ نحو ٢٠٠ ـ ٣٠٠ متر مكعب ، اما اسوار صخور المرل الراسية فتصبح غير مستقرة حين تصاب بالرطوبة ، ولمنع انهيارها كانت تبطن بحجارة خشنة غير مقطوعة وبالرغم من ذلك فان القاع كان مستقرا وراسخا ولو كان مشبعا بالرطوبة . ومن ثم فلم يكن يحتاج الى تبطين . ان البئر عندما تمتلىء تستطيع تلبية الاحتياجات المحلية والمنزلية لعشر عائلات افتراضية وماشيتها على الاقل طوال العام كله .

وكانت البئر تمتلىء بالمياه بتجميع مياه التصريف المطرى من سفوح التلال وكان السكان القدامى يحفرون سلسلة من قنوات سفوح التلال يبلغ مجمل طولها ١٢٠٠ متر

وذلك من أجل جمع ونقل التصريف المطرى من منطقة تجميع مياه الامطار التى تقدر مساحتها بعشرة هكتارات . ويعنى ذلك ان البئر تمتلىء اذا انتجت منطقة تجميع المياه ٣٠ مترا مكعبا للهكتار الواحد . ولقد اوضحنا فى الفصل التاسع ان تجمعات المياه الطبيعية الصغيرة يمكن ان تنتج هذه الكمية ، ومن ثم فان البئر تمتلىء بالتأكيد كل عام .

وكانت مياه التصريف المطرى من سفوح التلال تحتوى على طفل وشوائب . ولتقليل كمية الطفل داخل البئر كانت المياه توجه فى البداية الى حوض طفل صغير ، وبعد ان تستقر كمية من الشوائب فى حوض الطفل تنتقل المياه بعد ذلك عبر قناة قصيرة الى البئر . وتحاط البئر كلها بصفين مزدوجين من الحجارة ارتفاعها متر واحد ، وتعمل بمثابة سور قوى لابعاد الحيوانات والمتطفلين . وهنالك عشرات من الابار المكشوفة من هذا النوع فى منطقة النقب .

وفى بعض الآبار العميقة المكشوفة أقيمت سلسلة من الدرجات الحجرية على جانب من جوانب البئر ، لتسهيل سحب المياه عندما تفرغ أثناء موسم الجفاف . وفى بعض الابار كانت ثمة قناة صغيرة لفائض المياه تسمح بنقل هذا الفائض من البئر الممتلئة لتنساب الى الحقول ذات المصاطب . وهذا هو أقدم نموذج عثرنا عليه لسكان الصحراء الذين كانوا يجمعون مياه التصريف المطرى صناعيا .

اما التطور التالى من الابار المكشوفة المحفورة فى صخور المرل فكان يتمثل فى انشاء آبار مسقوفة محفورة داخل الصخر . وكان يمكن انشاء الابار المكشوفة بأدوات غاية فى البساطة (ان صخور المرل الرطبة ناعمة ورخوة بدرجة تكفى لحفرها بالحجارة او بأى ادوات خشبية ، وبالرغم من ذلك فقد كان حفر البئر فى الصخر يحتاج الى أدوات معدنية صلبة . ولقد عثرنا على كثير من الابار الصخرية المغلقة تزيد فى عددها على الابار المكشوفة ويرجع قدمها الى العصر النبطى . ويدل هذا على ان المنطقة كانت أقل كثافة فى سكانها فى العصر الاسرائيلى مما كانت عليه فى العصر النبطى اللاحق .

ويمكن تصنيف هذه الابار الصخرية المسقوفة الى ثلاثة انماط متميزة : آبار منحدرات او سفوح التلال ، الابار العامة فى المدن ، والابار المنزلية الخاصة . وكانت تحفر كلها داخل طبقات الصخر الطباشيرى الرخوة . وتتصل بقنوات جمع التصريف المطرى . وفى الحالات التى يكون الصخر فيها مفتتا الى حد كبير ، فان الصدوع والشقوق الكبيرة فى الجدران والارضيات تملأ بالحجارة والحصى الصغير قبل تبطين البئر بطبقة من الملاط ولكل الابار قنوات طفل عند مداخلها .

اما آبار سفوح التلال فهى عادة تحفر فوقا لنحدر الجانبى للتل وتبنى عادة على مسافة من المدن القديمة ، ونعتقد انها كانت تخدم اساسا المجتمعات الزراعية لسقى المواشى . ولا زالت بعض هذه الابار تستخدم لهذا الغرض بواسطة البدو فى الوقت الحاضر .

اما البئر الاسرائيلية المكشوفة فقد كانت لها مدخلها الخاص بتصريف مياه الامطار فى القمة ، لكن البئر الصخرية المسقوفة كان لها مدخل خاص فى جانب الحفر ذاته . وذلك لأن الموقع الذى يختار للبئر كان عادة عند التقاء طبقتين جيولوجيتين مختلفتين احداهما طبقة حجر جيرى رقيقة نسبيا ، وصلبة تغطى فوق طبقة طباشيرية اخرى رخوة ، وتحفر البئر اولا داخل الطبقة الطباشيرية الرخوة ، وتصبح طبقة الحجر الجيرى بمثابة سقف ، اما المدخل فينشأ داخل الصخر الرخو للحائط الجانبى وكانت الابعاد الداخلية للابار تتفاوت الى حد كبير ، فكانت مساحة الارضية تغطى عادة ٣٦ مترا مربعا على الاقل ، وعمقها ما بين ٤ - ٦ امتار ، وفى الآبار الكبيرة كانت تترك اعمدة من الطباشير الرخو (من متر مربع الى مترين) كدعامات للسقف وأحيانا كانت تحفر رؤوس اسطورية رمزية معظمها رؤوس ثيران داخل الاعمدة . وقد ساعدتنا على تحديد التاريخ ، وانها تعود الى العصر النبطى . وهناك بئر صخرية نموذجية مسقوفة ذات اعمدة ، تقع على مسافة ميل من مدينة عبداء ، على مقربة من وادى زين او من المنحدرات المحيطة .

وحين يحدث سيل كبير فى (ناحال زين) وترتفع المياه فوق قاع الوادى الى متر ونصف مرة فان مياه السيل السطحية تخترق المدخل الى البئر ، وهنالك أيضا قناة طويلة لجمع مياه التصريف المطرى فوق السفوح التلالية المجاورة مما يساعد على جلب مياه التصريف المطرى الى المدخل . وفى عام ١٩٥١ صمم احد الكتاب على محاولة ملء بئره بمياه السيول من (ناحال زين) وحتى يطمئن الى ملء البئر بأقل سيل ، قمنا ببناء سد منخفض من الحصباء يبعد عن مجرى المياه بمسافة ٥٠ مترا عن (ناحال زين) واستطعنا بالاستعانة بعمال البدو تطهير البئر القديمة وانتظرنا السيول وامتلأت البئر خلال السيل الاول ، واستخدم البدو والمجاورون مياه البئر لمدة عامين تقريبا وخلال هذه الفترة تهدم السد المنخفض ، ولم تحدث سيول كبيرة لاعادة ملء البئر لمدة عدة سنوات . وتغطى مساحة أرضية البئر نحو ٢٨٠ مترا مربعا ، وعندما تمتلىء يصل عمق المياه فيها الى خمسة أمتار ، ومن ثم فان سعتها تصل الى ١٤٠٠ متر مكعب ، وهذه الكمية تكفى سبعين من عائلاتنا الافتراضية مع ماشيتهم ، اى حوالى ٤٠٠ فرد ١٥٠ جملا ٧٠٠ حمارا ٧٠٠٠ رأس من الاغنام والماعز ١٤٠٠ ، كلها لمدة عام كامل .

وهناك مئات من هذه الابار فوق سفوح التلال فى منطقة النقب ، ويمتلىء معظمها بتجميع مياه التصريف المطرى من مجمعات المياه الصغيرة ، لا من الاودية الكبيرة . ولقد قمنا فى منطقة (شفتاه) بتنظيف احد هذه الابار عام ١٩٥٨ ، وأعدنا انشاء قناة سفح التل الصغيرة التى دفعت مياه التصريف المطرى نحو البئر من منطقة تجميع مياه الامطار التى تبلغ مساحتها ١٫٢ هكتار ، ولقد قمنا بانشاء سد حاجز مزود بعداد تسجيل آلى عند المدخل ، وقمنا خلال السنوات العشر الاخيرة بقياس كمية التصريف المطرى التى تصل الى البئر . ولقد انتجت مساحة تجميع مياه الامطار الصغيرة ما متوسطه ١٢ ملليمترا من تصريف مياه الامطار سنويا ، اى بمتوسط ١٥٠ مترا مكعبا اى ان دخل البئر كل عام يكفى خمس عائلات الى ست مع ماشيتهم .

ولعل اهم مجموعة من الابار الصخرية المحفورة فوق سفوح التلال ما عثرنا عليها عند (ناحال عبداء) (وادى الرميلة) فوقا لطريق القديم المؤدى الى (سهل مضرة) من مدينة عبداء القديمة . فهنالك ثلاث عشرة بئرا متجاورة ، تتلقى كلها المياه من منطقة تجميع مياه الامطار تبلغ مساحتها (٦٠ هكتارا) وتجمع مياه التصريف المطرى فى قنوات سفوح التلال المنحدرة ، ثم تنقل الى أسفل وحول سفوح التلال الى الابار . وهذه الابار مختلفة الاحجام والاشكال وتتراوح طاقتها على الاستيعاب ما بين ١٠ - ٢٠ مترا مكعبا حتى مائة متر مكعب من المياه . ويشير بناؤها الى ان هذه الابار من نوع بدائى للغاية تسبق فى تاريخها الابار النبطية ذات الاشكال الهندسية المتقدمة وقد انهار كثير من جدران وسقوف هذه الابار ، بيد انه برغم حالتها المنهارة بقى قليل منها مليئا بمياه التصريف المطرى فى الشتاء ، ولا يزال البدو يستخدمونها حتى الان . ويبلغ الاستيعاب الكلى للابار الثلاث عشرة حوالى ١٠٠٠ - ١٢٠٠ متر مكعب قبل ان تبدأ فى الانهيار .

اما النوع الثانى من البئر الصخرية المسقوفة فهو البئر العامة فى المدينة ، وعلى نحو ما يدل الاسم كانت هذه الابار تخدم المجتمعات فى الاماكن العامة ، مثل الاجتماعات فى المدن او اماكن الاسواق والكنائس على نحو ما هو فى الحصن البيزنطى فى عبداء او فى الكنائس فى منطقة (شفتاه) وتحفر هذه الابار أيضا داخل الصخر وتغطى عادة بسقف الحجر الجيرى الطبيعى المدعوم بالاعمدة ، وتجمع مياه التصريف المطرى لهذه الابار من الشوارع ومجمعات المياه خارج المدن ، وتنقل فى قنوات حجرية جيدة البناء عبر الشوارع الى احواض طفل ثم تدخل المياه بعد ذلك الى البئر من فتحة فى السقف لا من خلال الجدار الجانبى كما هو الحال فى آبار سفوح التلال .

لقد كانت البئر الرئيسية للمدينة فى منطقة (شفتاه) أكبر الابار التى عثرنا عليهـا حيث وانها كانت بدون سقف ، اى انها كانت خزانا مكشوفا وهذا الخزان الرئيسى كـان يغطى مساحة قدرها ٣٠٠ـ ٤٠٠ متر مربع ، وكان عمقه ٤ امتار على الاقل .

لقد كان لكل الكنائس فى (شفتاه) وعبدات آبارها الخاصة التى تملاء سواء من مياه التصريف المطرى من الاسقف او من مناطق تجميع مياه الامطار الخارجية ، وتضم آبار الكنيسة الشمالية فى منطقة (شفتاه) نماذج جيدة للادوات المستخدمة لجمـيع وتوزيع مياه تصريف الامطار . فقد كانت توجد قنوات لنقل التصريف المطرى من خارج المدينة الى مجموعة من خزانات التقسيم ، والقنوات الجوفية والابار ، ويمكن تعقب قناة التجميـع لمسافة أربعة كيلومترات خارج أسوار المدينة ، وكان يمكن ملء ينبوع المعمودية (التعميد) فى كنيسة الشمال بواسطة المياه الجارية من أحد الابار خارج الكنيسة الى الينبوع مـن خلال انبوبة فخارية فى السور الملاصق وكذلك يمكن من خلال خزان تقسيم شمال سـور الكنيسة نقل المياه اما الى آبار الكنيسة والى الدير المجاور أو الى القنوات فى الشـوارع بحيث تنقل الى البئر الرئيسى للمدينة .

اما النوع الاخير من الابار فهو البئر المنزلية الخاصة فقد كانت تبنى دائما داخـل المنازل ، وفى المدن كانت تلك الابار تملأ بمياه التصريف المطرى من السقوف والشوارع ، اما الابار المبنية فى المزارع خارج المدن فقد كانت تخزن كذلك مياه التصريف المطـرى التى تجمع من سفوح التلال كما هو الحال فى مزرعة (ميشيل) ولقد حفرت معظم هـذه الابار تحت مستوى الارضية ، وهى على شكل زجاجة ذات عنق ضيق يبلغ نحو متر فى القطـر ثم تتسع فى القاع الى ثلاثة او أربعة امتار . ولقد عثرنا على انواع مماثلة من الابار بمساعـدة العالمين (ى . يادين) و (ر. أهارونى) شمال اسرائيل خلال حفرياتهم فى منطقـة هازور وان وصفهما لتلك الابار ذات العنق او الفتحة العلوية الضيقة فى منطقة (هازور) ، يتفق مع تلك الابار التى عثرنا عليها فى منطقة النقب . لقد كانت آبار ذات فتحات علويـة ضيقة بحيث كانت الفتحة الرأسية والدائرية الضيقة للبئر تمثل العنق . وتمثل البئر نفسهـا جسم الزجاجة ، اما قيعان الابار فكانت مقعرة .

وتفاصيل احدى تلك الابار ذات الفتحات العلوية الضيقة التى تسع خمسة عشر مترا مكعبا فى الكنيسة الوسطى فى منطقة (شفتاه) وسعة البئر المنزلية المتوسطة ما بين خمسـة الى عشرة امتار مكعبة ، ويمكن ان تزود الاسرة بسهولة بكل احتياجاتها من المياه طـوال العام . ولقد كان لكل منزل بئره الخاصة بما يمكن المواطنين من التزود باحتياجاتهـم المنزلية من المياه . ولعل أقدم الابار المنزلية التى عثر عليها فى اسرائيل غير المنتظمـة

فى الشكل ، والتى تتفاوت فى العمق والتى زودت بقنوات خاصة ترجع الى العصر النحاسى ، وقد استخدمت الادوات النحاسية لقطع هذه الابار البدائية داخل الصخر بحيث عثرنا عليهـا الى جوار تلك الابار ، وهذا النوع من الابار المنزلية الخاصة كان شائعا فى اسرائيل فـى كل العصور . وقد اجرى احصاء فى القدس عام ١٩٢١ اوضح وجود ٧٠٠٠ بئر منزليـة تجمع مياه التصريف المطرى . وكانت سعة تلك الابار نحو مليون متر مكعب . وفى ظـل ظروف الحياة العصرية ، ومع حاجة الفرد سنويا لما يتراوح بين ١٥ ـ ٢٠ مترا مكعبـا ، فان تلك الكميات كانت تكفى ما بين ٥٠٫٠٠٠ الى ٦٠٫٠٠٠ من سكان القدس وخلال حرب التحرير عام ١٩٤٨ حين تعرضت القدس للهجوم ساعدت تلك الابار القدس اليهودية على ان تصمد لظروف الحصار فى تلك الحرب .

واذا تجول احد بين آثار (شفتاه) أو (عبدات) فانه يشعر بان تخطيـط المدينتين فى مجموعه كان يستند الى مبدأ تجميع وتخزين المياه ، فالسقوف المسطحة للمنازل والشوارع الموصوفة كانت تعمل بمثابة مجمعات لمياه الامطار . وكانت المياه تنقل بعناية من الاسقف عبر انابيب فخارية مبنية داخل الجدران الى الابار المحفورة تحت أرضيـات المنازل : ويبدو ان تعليمات البناء كانت تقضى بتدبير مجمع مياه الامطار ، وتدبير بئـر فى كل بناء بحيث لا يصبح المواطن عبئا على المجتمع وفضلا عن ذلك كان يتعين على كـل مواطن ان يساعد فى صيانة شبكة المياه العامة . وتدل النقوش الموجودة على قطع الفخـار الاثرية التى عثرنا عليها فى منطقة (شفتاه) ان كل من يساعد فى هذا العمل كان يمنـح ايصالا بهذا المعنى من السلطات المحلية . ويقول ايصال من تلك الايصالات : " الـى فلافيوس جوموس ابن زكريا لقد قمت بأداء مناوبة عمل كاملة فى خزان المياه " .

الفصل الحادى عشر

استخراج المياه الجوفية

سلسلة الآبار

(يوت فاتا) او (عين فدبان) مستعمرة جماعية حديثة تقع اسفل وادى عربة على الطريق الرئيسى المؤدى الى ايلات ، على بعد ٤٠ كيلومترا شمالى ميناء البحر الأحمر . وتحتل المستعمرة عند سفح جرف شديد الانحدار وسفوح منحدرة ، تبلغ فى ارتفاعها مابين ٣٠٠ – ٤٠٠ متر . وتهبط عدة أودية تنتهى فى أصلها الى هضبة النقب الجنوبية هبوطا حادا نحو (عربة) لتكون المراوح الحصباوية فى الوادى الفسيح .

وعندما قمنا بدراسة المنطقة بالقرب من مستعمرة (يوت فاتا) وجدنا انها مليئة بصفوف من الحفر الدائرية التى تشبه حفر القنابل والمسافة بينها منتظمة تقريبا ، اذ تقع على مسافات تتراوح بين ١٥ – ٢٥ مترا وقطرها مابين ٤ – ٦ أمتار ، وتستمر الحفر فى خطوط مستقيمة لمسافة تتراوح بين ٣ – ٤ كيلومترات ، وان كان بعضها يمتد لاكثر من بضع مئات من الامتار . ويبدأ معظمها فى شكل المراوح الحصباوية عند سفوح التلال ، ثم تنتهى بحافة ترابية مرتفعة .

وأول من رأى تلك الابنية هما العالمان (فرانك) و (جلوك) عام ١٩٣٤ ، ولكن لم يتعرف عليها سوى المهندس ايزنشتاين عام ١٩٤٧ باعتبارها جزءا من نظام او شبكة لجمع المياه ، تسمى باللغة الانجليزية سلسلة آبار وسلاسل الابار . ظاهرة شائعة فى اجزاء كثيرة من الشرق الاوسط وشمال افريقيا ، وتعرف بأكثر من اسم او مصطلح منها الكلمة السامية المعروفة باسم (قناة) والكلمة العربية (فجارة) والكلمة الفارسية كاريز . وقد استخدمت سلاسل الابار منذ العصور الغابرة لاستخراج المياه الجوفية ونقلها فى انفاق تحت الارض عبر مسافات طويلة دون الحاجة الى انابيب الى ان تصل المياه الى سطح الارض الطبيعى . واستغلال الميل او الانحدار الطبيعى للارض بهذه الطريقة يتيح تدفق المياه من القنوات الى مجار مكشوفة فوق سطح الارض ، تنقل بعدها المياه الى حيث اغراض الرى او الشرب .

وتتكون شبكة او نظام سلاسل الابار من ثلاثة اجزاء اساسية :

ا - بئر واحدة أو أكثر : وهى الآبار الاساسية التى تحفر حتى حوض المياه الاصلى ، ويتوقف عمق هذه الابار الاساسية على عمق المياه الجوفية ، وهى تصل فى مستعمرة (يوت فاتا) الى مابين ١٥ – ٢٠ مترا ، لكنها فى ايران تصل فى عمقها الى ٣٠٠ متر .

ب- نفق تحت الارض متدرج الانحدار ، ينقل المياه من الابار الاساسية الى نقطة عند السطح ، حيث تتدفق عبر خندق أو حفرة مكشوفة الى الحقول المروية او الى المنشآت الخاصة بتخزين المياه لاغراض الشرب .

جـ- سلسلة من القنوات الرأسية محفورة من سطح الارض متجهة الى النفق . وقد شيدت هذه القنوات او الممرات بطريقة مجزأة بحيث تسهل تصريف مواد الحفر ، وتتيح الدخول والتهوية للنفق لاغراض الصيانة . والمادة المحفورة التى توضع بالقرب من مدخل الممر او القناة ، تكون تلا دائريا حول فتحة القناة الرأسية ، واذا لم تتم صيانة جيدة لشبكات سلاسل الابار فان القنوات والانفاق تتهدم . وآثار هذه القنوات الرأسية هى أول مالفت الانظار حين كنا نقوم بدراسة المنطقة .

ويتيح وادى (عربة) ظروفا جيومورفولوجية وهيدرولوجية (تتعلق بشكل السطح وبالتركيب الصخرى المائى) لعمل تلك السلاسل من الآبار عملا مرضيا . فعلى طول او امتداد سفوح التلال يمكن العثور على الحياة الجوفية على اعماق متفاوتة . وفى بعض الحالات تصل المياه الجوفية الى مستوى سطح الارض . كما ان الينابيع والمستنقعات الملحية هى ظواهر شائعة ، وتقع جنوب (سدوم) سلسلة من الينابيع المعروفة مثل (عين تمار) و (عين بيضاء) ، وعين (هاكيكار) وعين (عنات ياهو) وعين (هات زيفا) وعين (مارزيف) ، وعين (ياحاف) وعين (رادبان) وهذه هى أهم الينابيع . اما المياه الجوفية التى تغذى هذه الينابيع فتمتلئ من مصدرين محتملين : هما التسرب من جمعات المياه الخلفية الداخلية ، ثم التسرب من الطبقات العميقة الحاملة للمياه من صخور الحجر الرملى النوبى (انظر الفصل السادس) التى تصرف مياهها على امتداد التواء الوادى الاخدودى فى منطقة (عربة) ثم تتسرب المياه الى أعلى الى ان تصل الى السطح ، ويسهل الى أقصى درجة استخراج المياه الجوفية فى مناطق المراوح الحصباوية حيث تملأ فجوات الصخور والحصباء والرمل والتربة ، وهى تكون مايسمى (بمناطق التشبع) وحدها الاعلى هو الحوض المائى الاساسى . وتظهر احواض الحصباء حين تتسع الاودية التى تدخل سهول (عربة) وتصبح على شكل مراوح فيضانية ، ويجرى فى ذلك المكان حفر الابار الاساسية .

ومع ان سلاسل آبار (يوت فاتا) قد توقف استخدامها منذ فترة طويلة كما انها قد اندثرت واختفت معالمها الى حد كبير – ومع ذلك استطعنا دراستها بالتفصيل فقمنا بحفر جزء من احدى سلاسل الابار وبعد تنظيف الممرات او القنوات والآسبة المطمورة (للبئر الاساسية فيما بعد) من جميع التراب المتراكم عليها ، بدأنا في استخراج المياه الجوفية على عمق حوالى ١٦ امتار فوجدنا المدخل الى النفق المنهار تحت الارض أسفل الحوض المائى الحالى ببضعة سنتيمترات • وقد كان النفق فى الاصل مبطنا بالحجارة لحمايته من الانهيار • وقد انهارت الشبكة تماما ويحتاج اصلاحها الى اعادة بنائها بالكامل تقريبا • وبالرغم من ذلك فقد قام المهندس (جوزيدس) الذى يعمل على مسافة مائة كيلومتر الى الشمال تجاه الطرف الشرقى لجسر اللنبى عند وادى الاردن بتطهير احدى الابار الست فى (فو الكبد) وحصل على تدفق المياه بمقدار ٣٦ – ٧٢ مترا مكعبا فى الساعة •

وتقع المناطق المروية حاليا فى منطقة المستنقعات الملحية ، وهى ترى بوضوح من الجو فى الصور الفوتوغرافية الجوية على شكل مناطق ذات انماط واشكال متقاطعة • ويدل الفحص الارضى ان هذه الاشكال او الانماط تتألف من كتل من الاعشاب والحشائش وتخترق هذه الاشكال كذلك خطوط مستطيلة تبدأ عادة عند مدخل انفاق سلاسل الابار ، وتلك الخطوط هى بقايا قنوات المياه القديمة ، وهى تظهر اليوم على الارض فى شكل ضفاف مرتفعة عن السطح • ان ظهور كتل الاعشاب والحشائش فى الاشكال المتقاطعة وفوق القنوات القديمة سمة طريفة تدل على التطور التاريخى للمنطقة المروية • اما الموطن الاصلى للكتل العشبية او الحشائش فهو السودان ، حيث انتشر منه الى البلاد المجاورة • والحشائش تنمو فى المناطق التى تتوافر لها كميات كافية من المياه وفى المناطق التى يمكن للجذور ان تصل فيها الى حوض المياه الجوفى ، وفى مصر على سبيل المثال توجد بكثرة (اى هذه الحشائش) على طول ضفاف القنوات • ونعرف الان انه لا يمكن لهذه الحشائش ان تنشأ او تنمو فى ظل ظروف الرطوبة وامكانيات المياه الحالية فى منطقة عربة بالقرب من مستعمرة (يوت فاتا) ومن ثم فالاثار التى عثرنا عليها هناك لابد ان تكون بقايا عصر كانت ظروف نشأتها خلاله مواتية ، ولعل ذلك كان على الارجح فى وقت عمل سلاسل آبار المياه • ومن ثم فانه يمكن اعتبار تلك الحشائش من قبيل الاعشاب البرية التى تنتمى الى الاراضى القديمة المروية • واعتقادنا ان المسافات المتساوية بين الحشائش تدل على زراعة اشجار نخيل البلح مكان كل كتلة حشائش ، لان المسافة بين الكتلتين متشابهة مع المسافات الموجودة بين زراعات النخيل ، كما ان ملوحة المنطقة والظروف المناخية العامة ملائمة لزراعة النخيل •

وفضلا عن ذلك فان نخيل البلح لا يزال يزرع فى المنطقة لا سيما اذا كان الحوض المائى الاساسى قريبا من السطح • ولذلك يجب اعتبار الكتل العشبية المنفصلة طاعنة فى القدم ، وهذا يفسر ضخامة حجمها والطبيعة الصخرية للاساسات التى تنبثق منها زهيرات الأوراق وتجدد نفسها كل عام • ان المنطقة المغطاة بالكتل العشبية تغطى مساحة ٤٠٠ هكتار لكنا لسنا متأكدين مما اذا كانت المنطقة كلها تزرع فى نفس الوقت • واذا افترضنا ان نصف المساحة فقط كانت تستغل ، فان ذلك يحتاج الى ١٠,٠٠٠ متر مكعب من المياه فى اليوم ، على اساس متوسط احتياجات المياه التى تقدر بخمسين مترا مكعبا يوميا للهكتار الواحد • واذا افترضنا ان احدى القنوات المستخدمة آنئذ كانت تصرف كميات من المياه توازى القناة التى بناها المهندس (جوزيدس) ، اى حوالى ١٢٠٠ متر مكعب فى اليوم ، فلابد ان المزارعين القدامى لمستعمرة (يوت فاتا) كانوا يحتاجون الى حوالى ثمانى مجموعات من الابار لرى أراضيهم التى تقدر مساحتها بمائتى هكتار •

ومستعمرة (يوت فاتا) ليست المكان الوحيد فى منطقة (عربة) ذات القنوات القديمة ، فقد اكتشفنا ودرسنا شبكتين او نظامين جديدين : احدهما بالقرب من عين (افرونا)(عين ضافية) والأخرى بالقرب من (عين مارسيف)(عين زرييب)(وعند عين)(افرونا) (على بعد ١٥ كم شمالى ايلات) • رأينا من الجو شبكتين على الاقل من سلاسل الابار المنفصلة ، لكنا درسنا احداهما فقط ، اذ كانت لها ظواهر وسمات خاصة • وهذا النظام او تلك الشبكة قنوات مزدوجة تتألف من خط ثنائى من الممرات او القنوات ، يؤدى الى خطر مزدوج من القنوات والمجارى المكشوفة التى تعبر احد الاودية فوق مجرى مائى شيد تشييدا جيدا • يمكن رؤية اساساته بوضوح حتى الوقت الحاضر • وكان جزء من المياه ينقل الى خزان حجرى ضخم ، وتدفق الكمية الباقية داخل حفرة او خندق مبطن بالحجارة الى المساحة المروية • اما عند عين (مارسيف حوالى ١٢٠ كم شمالى ايلات) فقد اكتشفنا ست مجموعات اخرى من الآبار •

وتتناثر مجموعات كثيرة من شبكات سلاسل الآبار فوق وادى عربة سواء منها ما كان خصصا لاغراض الزراعة ام لتوفير مياه الشرب • ويصدق هذا على الجانب الغربى (الاسرائيلى) من وادى عربة ، وكذلك على الجانب الشرقى الذى يقع فى الارض الاردنية والذى يتعذر علينا بالطبع اجراء اى مسح له •

ان تاريخ نظام سلاسل الآبار على جانب من الطرافة فقد ابتكر هذا النظام منذ

٢٥٠٠ سنة مضت على الاقل من جانب سكان الهضبة الايرانية العالية. وفى القرن السابع ق.م كانت (ايكباتانا) عاصمة (ميديا) تتزود بالمياه من سلاسل الابار، كما ان مدينة (برسوبوليس) التى أسسها الملك (داريوس) الاول (٥٢٢ – ٤٨٥ ق.م) كانت تحصل على مياهها من القنوات، كما سجلت احداث التاريخ.

ان هذا الاختراع القديم مع بعض تعديلات طفيفة ادخلت عليه يستخدم فى ايران حتى الوقت الحاضر، كما ان معظم مياه الشرب والرى تستمد من سلاسل الابار. ويقدر ان أكثر من ٢٢ ألف قناة لا زالت تعمل حتى الان فى ايران. وبعض انفاقها تمتد لأكثر من أربعين كيلو مترا فى الطول. على ان هذه النظم لا تقتصر بالرغم من ذلك على ايران. فقد عثر عليها الباحثون فى الصين، وأفغانستان وباكستان والصحراء السورية، وشبه الجزيرة العربية، وشرق الاردن، وفلسطين وشمال افريقيا (وخاصة فى الصحراء الكبرى) وفى اسبانيا بل وفى شيلى وبيرو والمكسيك. ومما لا شك فيه ان هذا النظام البديع البارع كان فى الاصل من ابتكار ايران القديمة، وانه قد انتشر فيها، ولكن من هو الشعب الذى يعتبر مسئولا عن نشر هذا الاختراع ثقافيا؟ انهم الفرس فى الاصل ومن بعدهم الرومان والعرب ثم الاسبان.

ولقد دهشنا لان نجد آثار بلاد فارس القديمة والاثار الرومانية وفيرة وكثيرة بالقرب من القنوات وداخلها – تلك القنوات التى كنا ندرسها ونقوم بفحصها وتدل الاثار الفارسية على ان القنوات قد شيدها الفرس خلال فترة حكمهم لفلسطين (٥٣٧ – ٣٣٢ ق.م) او اليهود المشردون العائدون الى الوطن من بلاد بابل.

وتدل الاثار الرومانية على ان هذا النظام كان يستخدم كذلك فى عصرهم، وربما استحدث الرومان نظام القنوات فى جزء من شمال افريقيا الذى كان يخضع للامبراطورية الرومانية وبعدهم جاء العرب الذين نشروا الثقافة الاسلامية فى البلاد التى خضعت لهم بحيث أصبحت تعرف نظام سلاسل الابار. وهكذا انتقل النظام نفسه الى اسبانيا. وتدل الاثار على ان القنوات كانت تزود مدينة مدريد بمياه الشرب (قارن التقارب بين كلمتى قناة باللغتين الاسبانية والعربية).

ولقد قام الاسبان بدورهم باستحداث نظام القنوات ونقله الى العالم الجديد وإذا ما تتبعنا الكلمة لغويا وجدنا انها قد عاشت حتى الوقت الحاضر فى اللغات المعاصرة

فالكلمة اليونانية والرومانية (قناة) والكلمة الانجليزية (قنال) والكلمة الالمانية (كانال) والكلمة الفرنسية (كنال) قد اشتقت كلها من الكلمة السابقة التى تعنى سلسلة من الابار او قناة التى تعنى (المجرى المائى).

الفصل الثاني عشر

اعادة انشاء المزارع

بعد ان طرحنا نظريتنا التى تقول بان المستوطنين القدامى كانوا يعتمدون فى زراعتهم على تجميع المياه من سفوح التلال المنحدرة ـ احسسنا بأننا لا نستطيع اثبات هذه النظرية الا اذا اعدنا انشاء احدى المزارع القديمة على الاقل حتى تضع مياه ثنا موضع الاختبار . وكنا قد وصفنا وأوضحنا فى الفصل الاول السبب فى اختيارنا لمزرعتين احداهما فى منطقة (شفتاه) والاخرى فى منطقة (عبدات) وعند اجراء التخطيط والدراسة لاعادة بناء هاتين المزرعتين ، اخذنا فى اعتبارنا اهداف البحث التى سوف نسعى فيما بعد لتحقيقها فى كل مزرعة وهى :

(١) اختبار نظريتنا عن الزراعة القديمة التى تعتمد على التصريف المطرى .
(٢) جمع المعلومات عن التصريف المطرى من مجمعات مياه الامطار ذات الاحجام المختلفة ، ودراسة العوامل التى تؤثر فى التصريف المطرى ، ومنها سقوط الامطار وخصائص مجمعات مياه الامطار .
(٣) تحديد نوع المحاصيل الحقلية والخضروات وأشجار الفواكه ونباتات المراعى التى يمكن زراعتها بنجاح فى ظل ظروف الزراعة المطرية اى التى تعتمد على تصريف مياه الامطار .
(٤) دراسة استخدام المياه بواسطة النباتات الزراعية التى تنمو فى ظل الظروف المناخية الصحراوية .
(٥) ابتكار وتطوير اساليب لتطبيق الزراعة المطرية على الزراعة الصحراوية الحديثة .

ومع استمرار العمل ظهر هدف اضافى جديد يرتبط بالاهداف السابقة ، الا وهو دراسة الحياة النباتية والحيوانية فى بيئتها الصحراوية الطبيعية . كانت المزرعة الاولى التى اخترناها بالقرب من منطقة (شفتاه) تسمى مزرعة (ميشيل) التى وصفناها فى الفصل السابع . والتى لفتت انظار العالمين (وولى ولورانس) . ولهذه المزرعة نظام دقيق مركب من المصاطب والقنوات وتوزيع المياه ، وبها كذلك آثار منزل قديم . وقد أعدنا انشاء اسوار المصاطب فوق اساساتها القديمة بوضع احجار ضخمة غير مقطوعة على الجانبين وملأنا الفراغات بينها بالحصباء والتربة الطفلية ، ولمنع التسرب كان الجانب

الاعلى لكل مصطبة من المصاطب يدعم بسد طفلى مستند الى السور ، وبهذه الطريقة قمنا بانشاء سبع مصاطب وكانت المساحة القابلة للزراعة للمصاطب أ ـ و تبلغ ٥٥ر٠ هكتار ومساحة المصطبة (ز) ١٥ر٠ هكتار اما السور الحجرى القديم الذى يحيط بالمزرعة فقد اعيد الى ما كان عليه ببناء جدار حجرى مزدوج مملوء بالحصباء ، ارتفاعه ما بين متر واحد الى متر ونصف . اما البئر التى فى المزرعة فقد نظفت كما أعيدت وجهزت قناة المياه .

وكانت مزرعة (ميشيل) تحصل على مياه التصريف المطرى الاساسية من اربعة مجمعات مياه وهى الوادى الذى كان يمثل قناة التصريف الرئيسية لجمع المياه رقم (١) ويدخل الطرف العلوى للمزرعة من خلال بناء سعته خمسة امتار ، وكان يمكن نقل المياه لانسياب اما من مصطبة الى مصطبة اخرى من خلال سلسلة من الابنية المنحدرة عرضها ما بين اربعة وخمسة امتار او بالتبادل نحو قناة جانبية يمكن منها نقل المياه الى اى مصطبة منفصلة من المصاطب . والى جانب الوادى كان هناك خمس او ست قنوات لكل منها مدخل خاص ، يؤدى الى احدى المصاطب . ولقد قمنا بكل عناية باعادة بناء كل القنوات والمجارى المائية ومداخلها وأبنيتها المنحدرة والمائلة ، وقنواتها الجانبية كما اننا انشأنا عند مدخل القنوات الثانية والثالثة والوادى (رقم ١) سدود قياس وأجهزة تسجيل آلية للمياه ، لقياس دخول التصريف المطرى الى المزرعة من مجمعات مياه الامطار . كما وضع بناء صغير للارصاد الجوية مزود بآلات ومعدات لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية ودرجة البخر عند الطرف الادنى من المزرعة ، كما وضع عشرة مقاييس للامطار ، منها جهاز تسجيل آلى ووزعت فوق منطقة تجميع المياه فى المزرعة كلها ، ولم نقم باجراء اى تسوية لحقول المصاطب ، وقد ادى هذا الى التوزيع غير المتساوى لمياه السيول .

لقد اتاحت اعادة بناء مزرعة (شيفتاه) فرصة طيبة لتقدير قوة العمل التى كانت لازمة فى الماضى لبناء مثل هذه المزرعة ، فقد كنا نحتاج الى عمل ٢٠٠٠ رجل اى عشرة رجال يعملون لمدة ٢٠٠ يوم . وكان العمال الذين استخدمناهم مهاجرين جددا غير معتادين على هذا النوع من العمل ، ولا شك ان العامل المتمرس كان يمكن ان ينتج ما لا يقل عما ينتجه عامل (الاغاثة) ومن ثم فمن المعقول ان تقدر ان مثل هذه المزرعة يمكن بناؤها بسهولة من خلال عمل ٢٠٠٠ رجل فى يوم ويمكن لعائلة تضم ما بين ٣ أو ٤ أطفال ان تقوم بهذا العمل خلال عام او عامين تقريبا .

ودلت دراسة التربة فى المزرعة على أن الطبقة العليا لتربة المصاطب هى تربة طفلية ذات نسبة مئوية معتدلة من الرمال . اما الطبقات الدنيا وخاصة على الجانب الجنوبى من المزرعة فكانت من صخور (المرل) . اما على الجانب الشمالى فكانت الطبقات الدنيا من الطفل الرملى ويتراوح عمق التربة عامة بين ٢ر٥ - ٣ امتار فى المنتصف ، وبين متر واحد الى ٥ر١ متر حول حواف المساحة المزروعة ، والتربة جيدة الصرف ، خالية من الاملاح نسبيا ، قليلة القلويات . اما المحتوى الجيرى فهو مرتفع النسبة (من ٢٠ % الى ٥٠ %) واستيعاب الحقل مابين ١٥ % ، ١٨ %) . اما نقطة الذبول (حددها اختبار نبات عباد الشمس) فكانت نسبتها من ٥ % الى ٧ %) .

وفى العام المطير ١٩٥٨ - ١٩٥٩ قمنا بزراعة الشجيرات الاولى فى مزرعة (شيفتاه) فوق المصاطب من (أ - ز) وقام البروفيسورساميش من المعهد القومى الجامعى للزراعة فى (بيت داجون) باعداد خطة الزراعة مراعاة الجانب التاريخى للمزرعة ، ولذلك لم نأخذ سوى الانواع التى كانت معروفة فى الشرق الادنى فى القرنين السادس والسابع الميلاديين ، وان كنا قد استخدمنا بالطبع فصائل محلية فى الزراعة . ولقد تكشف لنا مع مرور السنين بعض التغيرات اللازمة .

اما موقع المزرعة الثانية الذى اخترناه فكان بالقرب من مدينة (عبدات) القديمة وكانت المزرعة ومناطق تجميع المياه أكبر بكثير من منطقة (شيفتاه) وأولينا بناء الحقول والاراضى التجريبية داخل المزرعة التى أقمناها هناك اهتماما كبيرا .

وكان الموقع القديم يتكون من وحدتين زراعيتين : وحدة عليا ، ووحدة دنيا ، ولقد أعدنا بناء الوحدة العليا كلها واكتفينا ببناء جزء من الوحدة الزراعية الدنيا وكانت منطقة تجميع المياه فى (عبدات) هى التى تتلقى المزرعة مياه التصريف المطرى منها . وتنقسم منطقة تجميع المياه كلها الى منطقتين رئيسيتين : منطقة تجميع مياه جنوبية ومنطقة تجميع مياه شرقية . وتبلغ مساحة منطقة تجميع المياه الجنوبية ٧ر٣٠ هكتار وفى الازمنة القديمة كانت تقسم الى سبعة مجمعات مائية اصغر حجما بواسطة قنوات تجمع مياه التصريف المطرى من سفوح التلال ، وتنقل المياه الى الحقول ذات المصاطب . وأعدنا بناء القنوات ، وفى النقطة التى تدخل فيها كل قناة الى المزرعة أقمنا سدا للقياس وجهاز تسجيل آلى لقياس السيول .

اما مجمع المياه الشرقى فمساحته ٣٤٥ هكتارا ويضم قاع الوادى لمنطقة التجميع التى لا تقل مساحته عن عشرة هكتارات من الحقول المسورة القديمة التى لم نقم باعادة انشائها . ويصرف مجمع المياه مياهه داخل قنوات تخترق هذه المصاطب وتتحول الى واد فسيح وضحل نسبيا عند دخولها الى المزرعة المنشأة . وعند هذه النقطة أقمنا حاجزا للقياس ومقياسا آليا لقياس السيول .

ولقد انجزت عملية اعادة البناء فى منطقة (عبدات) مع الاستفادة من خبراتنا فى منطقة (شيفتاه) . ففى منطقة (عبدات) قمنا باعادة بناء المصاطب القديمة بأحجار مقطوعة بدلا من الصخور الخشنة ، كما قمنا بتدعيم قنوات التصريف والابنية المنحدرة الهابطة ، بالاسمنت واشتغل عمال الاغاثة تحت اشراف خبير فى المحاجر . وقمنا باعادة انشاء (١٤) مصطبة وجملة مساحتها القابلة للزراعة ٦ر٢ هكتار كما قمنا باعادة بناء سور المزرعة الذى يحيط بالمصاطب وقنوات سفوح التلال لجمع مياه التصريف المطرى من السفوح والمنحدرات .

وحتى نقيم الاراضى التجريبية فوق المصاطب وضعنا فوق التخطيط القديم شبكة جديدة لتوزيع مياه السيول ، تضم قنوات من الاسمنت ومواسير الصلب والروافع وخارج توزيع المياه . اما مياه التصريف المطرى المنقولة من سفوح التلال الى القنوات من (١) الى (٥) بعد قياسها فى الحواجز المخصصة للقياس - فكانت تتركز فى قناة اسمنتية (أ - ج) وكانت هنالك ماسورة تصريف (ب - ز) ينقل من المنطقة (ب) الى تسع روافع رأسية لكل منها أربعة مخارج أفقية ، لتوزيع المياه على أراضى القطعتين ٢ ، ٣ وعند بداية الماسورة عند النقطة (ب) كان هناك مقياس مائى لقياس كمية المياه الموزعة على القطع ، وعندما تنتقل كمية المياه الكافية لملء قطع الاراضى فى القطعتين ٢ ، ٣ يمكن اغلاق الماسورة عند المدخل ، بواسطة بوابة مبسطة وعندئذ يتدفق فائض المياه من خلال قطعة التقسيم عند النقطة (ج) الى القناة الخرسانية (ج - هـ) حيث تتصل بمياه التصريف المطرى التى تأتى من الحاجز (٦) وعند النقطة (هـ) قمنا بانشاء مقياس مياه آخر لقياس المياه المتجهة الى القطعة رقم (٤) ويتدفق فائض المياه الى القطعة رقم (٥) التى تتلقى كذلك مياه التصريف المطرى مباشرة من القناة رقم (٧) وقد تمت تسوية أراضى القطع ٢ ، ٣ ، ٤ تسوية تامة لضمان التوزيع المتعادل للمياه . اما القطعة رقم (٥) فلم يتم تسوية أراضيها ، وتتدفق المياه الفائضة من خلال

بناء هابط عند نهاية القطعة رقم (٥) الى القطعة رقم (٦) وتقدر المساحة المروية للقطع ٢ ـ ٥ بحوالى ١ر٢ هكتار . وتتلقى تلك القطع مياهها من مجمع المياه الجنوبى (٧ر٣٠ هكتارا) ومعدل مساحة مجمع المياه الى المساحة المزروعة ٢٥ : ١ وهو المتوسط المستخدم فى المزارع القديمة .

اما الجزء الباقى من المزرعة (القطع ٨ : ١٤) التى تصل مساحته الى ١ر٦ هكتار من الارض المزروعة ، فيحصل على مياهه من مجمع المياه الشرقى الكبير ونسبة مجمع المياه الى المساحة المزروعة ٢١٥ : ١ اذ اننا لم نقم باعادة بناء كل المزارع المسورة القديمة فى هذا المجمع المائى الشرقى وبالرغم من ذلك فان هذا المجمع المائى الكبير لم يكن على درجة عالية من الكفاءة فى انتاج المياه . ولقد اوضحنا فى الفصل التاسع انه فى سنوات المطر الشحيح لم ينتج سوى قدر طفيف من التصريف المطرى . وخلال السنوات السبع من القياس انتج مجمع المياه حوالى ٢ر٤ ملليمترا من مياه التصريف المطرى فى العام الواحد ، على حين انتجت مجمعات المياه الصغيرة ما يبلغ عشرة ملليمترات والمجمعات المتناهية الصغر ما يصل الى (٢٠ ملليمترا) وأكثر فى العام الواحد .

وتقاس مياه التصريف المطرى من مجمع المياه الشرقى عند الحاجز رقم (٨) ثم تتدفق الى القناة الخرسانية (ح ـ ل) . ويمكن لخزان تقسيم عند النقطة (ل) ان يوزع المياه فى ثلاثة اتجاهات ، ويمكن نقلها خلال الماسورة ل ـ م الى القطعتين ٨ ، ٩ بالطريقة الموصوفة فى القطع ٢ ، ٣ ، ٤ . كما يمكن توجيهها اما الى احدى الماسورتين او الى كل من الماسورتين ل ـ ن ، ل ـ س ، بحيث تتدفق المياه الى القطع ١٠ ـ ١١ ، ١٢ ـ ١٣ على التوالى اما فائض المياه الذى لا تستقبله القناة ح ـ ل ، فينتقل الى قناة التصريف الخرسانية الى قناة سطحية للتوزيع موازية وخارجة على القناة ح ـ ن ، وتتجاوز القطع من ١٠ ـ ١٣ ، ثم تتدفق الى القطعة رقم (١٤) اما كميات المياه الناتجة عن التصريف المطرى من تل عبدات والتى لم تخضع للقياس فهى تتدفق كذلك الى نفس القطعة عند النقطة (ع) . وتوزيع المياه عند هذه النقطة لا يخضع لاى تحكم وتتدفق فائض المياه من خلال قناة تصريف عند النقطة (ف) حيث تتبدد بعد أن تتدفق فى الوادى .

ولقد دل مسح تربة المزرعة على أن التربات الطفلية تبلغ فى عمقها ٥ر٢ ـ ٣ امتار وهى تغطى احواضا من الحصباء فى الوادى . وفى الجانب الشرقى من المزرعة لدينا تبدو الحصباء تحت عمق ٩ر٠ الى ٥ر١ متر اما المحتوى الجيرى فى التربة فهو مرتفع (بين ٢٦ %

الى ٤٦ % ، كما أن التربة قليلة القلويات ، وملوحتها طفيفة لا تكاد تذكر (أقل من ١٥ر٠ من جملة الاملاح القابلة للذوبان) وسعة أو طاقة الحقل الاستيعابية ما بين ١٧ % الى ١٨ % ودلت اختبارات نبات عباد الشمس على أن نقطة الذبول ما بين ٨ % ، ٤ر٨ % .

وكان البرنامج التجريبى يتطلب اساسا ثلاث مجموعات من المحاصيل الزراعية المختلفة : محاصيل حقلية ، نباتات رعوية ، وبساتين وزرعت النباتات البستانية فى القطع ١٠ ـ ١٤ وخصصت القطع ٨ ، ٩ للمحاصيل الحقلية وخصصت القطعتان ٢ ، ٤ لنباتات الرعى (الاعشاب) . وأورد الفصلان الثالث عشر والرابع عشر نتائج المحاصيل الحقلية ، والاعشاب (نباتات الرعى) والبساتين ، ونجمل هنا الاسباب الرئيسية لاختيار محاصيل معينة .

فعند اختيار الاشجار لبساتين الفاكهة حاولنا الاقتصار على الانواع التى كانت معروفة فى الازمنة القديمة ، وان كنا قد اضفنا اليها انواعا محلية بالنسبة للمنطقة (مثل شجرة الفستق) او الانواع التى كان معروفا انها سهلة التلاؤم والتكيف (مثل الخوخ) اما خطتنا بالنسبة لمحاصيل الحقل فكانت تعتمد على دورة محاصيل اى دورة زراعية مدتها أربع سنوات ، وربما جاءت السيول مبكرة فى موسم المطر حين تكون درجات الحرارة منخفضة الى حد كبير ، او تجىء متأخرة حين تكون درجات الحرارة مرتفعة ، ولذلك أعددنا خطتين للزراعة محاصيل حقلية شتوية فى حالة السيول المبكرة ، ومحاصيل حقلية صيفية فى حالة السيول المتأخرة .

وكانت نباتات الرعى على جانب من الاهمية لان الرعى كان سائدا فى منطقة النقب منذ قديم الزمن . والمراعى الطبيعية ، كما هو الحال فى معظم الاراضى القاحلة قد دمرتها أساليب الافراط فى استغلال تلك المراعى ويمكن استغلالها لانتاج محاصيل طيبة بالاستغلال الصحيح لمياه التصريف المطرى ، وكذلك ببذر بذور نباتات رعوية مقاومة للجفاف وفيرة الانتاج . ولقد كان هدفنا اختيار مثل هذه النباتات من مجموعة كبيرة التنوع من النباتات المحتملة ، واستخدمنا القطع ٢ ، ٣ لتجاربنا مع النباتات الدائمة ، والجزء الاكبر من القطعة رقم (٤) للنباتات السنوية خلال السنوات استخدمنا للتجارب الاضافية أراضى خالية تتلقى مياه التصريف المطرى وتضمنت هذه التجارب الخرشوف والاسبرجس قطعة رقم (٥) والنباتات الطبية ، والنباتات ذات الابصال والجذور التى تنتج الزهور وكذلك التجارب البيولوجية لفصائل النباتات الصحراوية البرية .

الفصل الثالث عشر

النتائج الزراعية

المحاصيل الحقلية ، والخضروات والنباتات الطبية ، وأعشاب الرعى

استكملنا أعمال اعادة البناء فى بداية عام ١٩٦٠ ، وبدأنا الزراعة المطرية فى موسم شتاء ١٩٦٠ ـ ١٩٦١ ، الذى كان عام جفاف فى عبدات وعاما متوسطا فى منطقة (شفتاه) ، وبالرغم من ذلك فقد كان هناك ما يكفى من مياه التصريف المطرى لبدء زراعتنا التجريبية . ولم نكن نعرف كثيرا ان الموسمين التاليين سوف يكونان موسمين للجفاف (١٩٦١ ـ ١٩٦٢ ، ١٩٦٢ ـ ١٩٦٣) ، وكان عام ١٩٦٢ ـ ١٩٦٣ اشد هذين العامين جفافا فى تاريخ منطقة النقب (انظر الفصل الرابع) ولو كنا استطعنا التنبوء بحدوث الجفاف فى هاتين السنتين لما بدأنا عملنا اطلاقا ، اذ ان التفكير السديد ، كان سينبئنا بأن الزراعة المطرية سيكون مآلها الفشل فى ظل ظروف الجفاف . لقد كنا نسعى الى اكتشاف ما اذا كانت الزراعة المطرية تنجح فى ظل الظروف الصحراوية ، وهذا بدوره ينطوى على الانماط المطرية المتقلبة .

وبالرغم من ذلك ففى خلال هذين العامين الحرجين من القحط والجفاف اتاحت مجمعات المياه كميات كافية من المياه للمحاصيل . صحيح ان النمو والانتاج كانا طفيفين ، لكن النباتات صمدت للجفاف ، بل ان بعض المحاصيل قد نمت نموا طيبا . وخلال العام الثالث من الجفاف المستمر فى (عبدات) فقد احد اعضاء مجموعتنا اعصابه حين رأى نباتات الرعى التى زرعها تعانى من نقص شديد فى المياه وحاول اقناعنا بري الحقول ريا صناعيا . وكان الامر يحتاج الى شجاعة وايمان للالتزام بخطتنا الاصلية ، لكننا رفضنا الري . ان الاختبار القاسى الذى فرضته علينا الطبيعة علمنا ان الزراعة فى الصحراء لابد ان تحسب حساب اقسى الظروف ، وان كانت قد اوضحت لنا ان معظم النباتات المزروعة لابد ان تصمد امام مثل هذا الجفاف الرهيب اذا تزودت بمياه التصريف المطرى بالطريقة الصحيحة .

وطوال التجربة كنا نمارس ونطبق اساليب زراعية نمطية مثل الحرث ، والتسميد

ومقاومة الآفات ، ومع ذلك كان علينا ان نكيف ونلائم كل هذه الاساليب مع الظروف المحلية . لقد كنا على سبيل المثال نجمع سماد الاغنام والماعز الذى تخلفه القطعان التى يرعاها البدو فى الكهوف أو الابار المهجورة . وفى كل عام كانت المحاصيل الحقلية والخضروات تتلقى ٢٠ مترا مكعبا للهكتار الواحد من هذا السماد ، ٦٠٠ كيلوجرام للهكتار من سلفات النشادر (٢١ ٪) والسوبر فوسفات الحبيبى المشبع (١٦ ٪) اما نباتات الرعى فلم تكن تحصل على السماد ، وان كانت تحصل على نحو ٤٠٠ ـ ٥٠٠ كيلوجرام للهكتار من السوبر فوسفات مرة واحدة كل عام ، كما تحصل على ثلاث رشاشات سماد ، كل رشة ٢٠٠ كيلوجرام للهكتار من سلفات النشادر . وكان الوقت الامثل لاستخدام الاسمدة والمخصبات قبل السيول مباشرة أو اثناءها ، حتى يكن للمياه جرف الاسمدة داخل التربة ، وقلما نجحنا فى ذلك ، لاننا لم نكن نستطيع ان نتنبأ متى تأتى السيول كما انه لم يكن يتاح لنا الوقت عندما كنا نتولى التحكم فى مياه السيول .

كما ثبت لنا أيضا ان الزراعة نفسها مشكلة فقد كنا نريد الزراعة فور انتهاء السيول حتى لا نفقد كثيرا من المياه وجربنا جرارات صغيرة ذات اطارات من المطاط لكنها سرعان ما غرست داخل المياه الطفلية الموحلة ، كما ان الجمال لم تكن تصلح للقيام بهذه المهمة ، فقد تبين انها ليست على درجة كافية من القوة تسمح بجر أدوات الحرث والفلاحة الثقيلة ، ثم نجحنا فى النهاية باستخدام أداة حرث (محراث دوار صغير ، يعمل بالدفع الذاتى والتشغيل اليدوى ويحرث طبقة ضحلة عمقها ما بين (٤ ـ ١٠ سنتيمترات) ، ويمكن للفرد ان يحرث به نصف هكتار يوميا .

كنا نفترض أساسا ان المسافة بين المزرعتين وبين أقرب منطقة زراعية سوف تمنع الافات وامراض النبات المعتادة من الوصول الينا ، ولقد ثبت خطأ رأينا مرة اخرى ، اذ هاجمت محاصيلنا معظم الافات المعروفة لكل المناطق الزراعية الاخرى فى اسرائيل وكان علينا ان نشن الحرب الكيماوية المعروفة ضد هذه الافات .

كذلك تعلمنا ان ظهور الاوبئة أو غيابها يدل على نوعية الظروف البيئية أكثر مما يدل على البعد عن المناطق الزراعية الاخرى . وعلى سبيل المثال ، فبسبب الجفاف النسبى للجو ، لم تكن محاصيلنا تعانى الا قليلا من الامراض الفطرية ، وهذا برغم كميات الندى الثقيل وصقيع الصباح المبكر فى فصل الصيف . اما بالنسبة للحشرات والطيور والحيوانات الاخرى فقد كانت المزارع بمثابة نموذج لما يمكن ان يطلق عليه

اسم (تأثير الواحات) . فالمزرعتان – على النقيض من الصحراء الجافة المحرقة حولهما – كانتا هما البقع الخضراء الوحيدة معظم شهور السنة وخاصة فى سنوات الجفاف . لقد جذبت حقولنا الخضراء جميع الكائنات الاكلة للنبات فى المنطقة . وقد تصورنا فى لحظة من اللحظات وكأن هناك برقية عاجلة أرسلت الى سائر الحيوانات بأن فى مقدورها انقاذ حياتها من الموت جوعا بزيارة مزارعنا فالحشرات ، والارانب البرية ، والغزلان والقنافذ ، والحجل الصحراوى – كانت تتجمع كلها ليلا عند المزارع وتسبب تلفا بالغا .

ومن بين الاثار الهامة الاخرى ان بعض الحشرات داخل واحتنا المحلية كانت من النوع الذى لا يسبب ادنى ضرر للمحاصيل الزراعية فى المعتاد قد تحولت الى آفات غاية فى الخطورة . فالصرصار الاسود على سبيل المثال الذى يعيش على الزراعة الصحراوية البرية قد احدث تلفا كثيرا لنبات الهليون (نبات من الفصيلة الزنبقية) . اما الهجوم الذى كانت تشنه الارانب البرية والغزلان والقنافذ فقد أصبح خطيرا فى خلال موسم الجفاف ١٩٦٢ – ١٩٦٣ لدرجة اننا أقمنا سورا حول المزرعتين اما الطيور التى لا يحول دونها السور فكان لا بد من اصطيادها ، وأصبحت كلها متاعا مطلوبا لدى البدو والرحل ممن كانوا يصطادون تلك الحيوانات فى شراكهم داخل الابار المهجورة بالقرب من مزرعة (شفتاه) .

وكان المحصول الشتوى التقليدى لدى البدو فى المنطقة هو الشعير الذى يغل الكهتار منه حوالى (٤ر – ٦ اطنان) فى السنوات الجيدة ، وان كنا نعرف من وثائق بردية (نيتزانا) ان القمح كان قد زرع فى تلك المنطقة ، وان المنطقة قد عرفت زراعة القمح ، ولذلك حاولنا زراعة المحصولين ولقد أغل كل منهما محصولا وفيرا . بالنسبة لناتج المحصولين فى بقية انحاء اسرائيل .

وكانت مشكلتنا المتكررة هى تحديد موعد البذر الذى لا يمكن ان يتم الا بعد اول سيل . فمن بين ثلاث سنوات من جملة ست سنوات لم يحدث السيل الا فى شهر ديسمبر ، ومن ثم كانت عملية البذر متأخرة جدا بالنسبة لهذين المحصولين من الحبوب . ولقد دفعنا ذلك الى ان نبحث عن فصيلة جديدة يمكن لها ان تصمد لعملية البذر المتأخرة . ونجحنا فى العثور على فصائل جديدة للمحصولين ، يمكن بذرها فى وقت

متأخر حتى منتصف فبراير مع نتائج طيبة فى نفس الوقت . وجدير بالذكر انه بسبب سوء توزيع الامطار فشلت الغلات فشلا ذريعا عام ١٩٦٣ – ١٩٦٤ فى منطقة شمالى النقب والسهل الساحلى الجنوبى من اسرائيل . ووصلت خسائر الزراعة بسبب الجفاف فى تلك المناطق الى عدة ملايين من الليرات الاسرائيلية لكن مزرعتنا فى (عبدات) قدمت حقل الغلات الاخضر الوحيد فى المنطقة كلها ، ولم يكن المحصول سيئا ، اذ كان طنين فقط للهكتار من القمح ، ٢ر٧ طن للهكتار من الشعير .

ولقد كانت خطتنا الخاصة بالدورة الزراعية للمحاصيل الشتوية تتطلب محاصيل بذور الى جانب الحبوب الشتوية ، فقمنا بزراعة الجزر ، والبصل ، والفجل بنجاح تام من اجل البذور والقيمة الاقتصادية لهذه البذور عالية ، لان واحتنا المنعزلة كانت تساعدنا على زراعة بذرة (نقية) (خالصة) من الازهار دون ان تتأثر بأنواع أو سلالات أخرى من نفس الفصائل ، كما ان الظروف المناخية الاخرى فى منطقة (عبدات) كانت مواتية لمحاصيل البذور . وكان حدوث درجات الحرارة العالية فى شهر مارس يؤدى الى تحول مفاجئ من النمو النباتى الى مرحلة تكاثر النباتات فى فترة تكون الزراعات فيها قد حققت درجة طيبة من النمو النباتى وصارت قادرة على انتاج الكثير من البذور الجيدة . وكان للجزر والبصل ميزة اضافية من حيث زراعتها فى شكل جذور او أبصال على التوالى ومن ثم يمكن تجنب الصعوبات التى تقابل استزراع بذور الخضروات .

لقد اخترنا البازلاء باعتبارها من خضروات الشتاء المطلوبة فى خطة دورتنا الزراعية (انظر الفصل الثانى عشر) وواجهتنا (البازلاء) بمشكلة معينة ، اذ بذرناها فى البداية بالقرب من سطح التربة فأكلت الطيور والقوارض البذور ، وبعد ان ازددنا علما نجحنا فى زراعة (البازلاء) لانتاج البذور ولعلف الحيوان . كما حاولنا زراعة نبات عباد الشمس ولكن عند زرعنا هذا النبات فى وقت متأخر فى الشتاء كما هو المتبع فى اسرائيل لم تنجح الزراعة وقد اكتشفنا من الملاحظات العارضة موعد البذور المناسب . فالجرارات القادمة من (ايلات) كانت تحمل عادة بذور عباد الشمس المستوردة من افريقيا الى شمال البلاد . ودائما تتساقط بعض البذور ، ولاحظنا انها تنبت فى وقت مبكر من الموسم على طول جوانب الطريق الى النقب ، وتنمو الى نباتات كبيرة ذات رؤوس زهرية كبيرة . ولذلك حاولنا الزراعة فى تاريخ مبكر ، وعندئذ نجحت الزراعة .

اما الثوم فقد فشل باعتباره من الخضروات الشتوية . والمحصول الصيفى الحقلى الوحيد الذى نجح هو نبات (العصفر) الذى زرعناه عام ١٩٦١ ـ ١٩٦٢ . اما المحاصيل الصيفية الاخرى التى زرعناها فى الموسم مثل : السمسم ، والقطن ، والذرة الرفيعة فقد فشلت كلها ، وربما يعود ذلك الى ظروف الرطوبة المنخفضة فى تلك الفترة . اما المحصولان الدائمان البارزان فهما نبات (الهليون) والخرشوف ، ونبات الهليون له مستقبل باهر ، لانه يزرع طول العام ، ولا يحتاج لاعادة البذر كل سنة بعد زراعته ، وهو شديد المقاومة للجفاف ، عميق الجذور ، وتخترق جذوره الارض حتى قاع الصخور ، وتتداخل التربة كلها مع شبكة كثيفة من جذوره وجذيراته الرفيعة . وقد اكتشفنا ان هذا النبات يعيش فى ظل عام كامل من الجفاف دون رى . وكان محصوله طيبا ، وكان النبات أخضر طيبا طوال العام . كما ان اسعاره مرتفعة نسبيا فى السوق . ولم نند هش عندما نجح نبات (الهليون) لاننا نعرف فصيلة برية اخرى تنمو نموا طيبا فى صحرائنا .

كما يتكيف نبات الخرشوف مع الظروف السائدة وقد وجدنا ان النوع الجديد الذى استخرجناه ، والذى يعرف باسم (نيبر دى بروفانس) قد نجح وأعطى محصولا طيبا حتى عندما حدث السيل الاول فى شهر ديسمبر وتأخر موعد الازهار .

وقبل ان نبدأ برنامج البحوث اتضح لنا ان ظروف الجفاف تناسب زراعة انواع معينة من النباتات الطبية . فعندما يزرع نبات البنج (المخدر) الصحراوى باستخدام الرى ، فانه ينمو فى مساحات كبيرة بحيث تتناقص كمية القلويات بداخله الى درجة تقرب من الصفر .. وأعلى النسب المئوية فى القلويات الفعالة طبيا لاتتحقق الا اذا لم تروى النباتات بل تترك لتنمو فى ظل ظروف الجفاف التام . ولقد حاولنا زراعة نباتين طبيين يحتوى كل منهما على المادة القلوية مثل نبات البنج الصحراوى ، ونبات الداتورة (نبات شائك سام) وتبين من زراعة النباتين ان ظروف الجفاف تلائم الانتاج الوفير من المواد والعناصر الطبية . فالاوراق الجافة كنبات البنج الصحراوى تحتوى على (١ر٢ ٪) من العناصر الفعالة ، اى مايعادل بمقدار ثلاث مرات الكمية الموجودة فى الاوراق التى تزود بها عادة مصانع الادوية فى اسرائيل .

وكذلك كانت أبصال الازهار وجذورها اضافة جديدة لتجاربنا الزراعية . لقد كانت الباحثة (ليزيل أبغنارى) هى القوة الدافعة لنا كى نجرب زراعة الازهار . ولانها نجحت فى ذلك فى حديقتها بالقرب من المنزل بمنطقة عبدات . ونجحت التجربة

تماما وبخاصة ازهار الزنبق المصفرة ، والنرجس العادى ، والنرجس البحرى ، والجلاديوليس وأزهار الفريزيا س ، وهى ذات مستقبل باهر فى زراعتها . لقد ازهرت هذه النباتات بغزارة وأنتجت عددا هائلا من الابصال والجذور الصالحة وأسباب هذا النجاح واضحة ، فدورة حياة النباتات ذات الابصال والجذور تتلاءم عادة مع الاجواء والاحوال المناخية ذات الصيف الطويل الحار ، لانها لاتزهر ازهارا طيبا الا بعد أول مطر ، ثم تدخل فى مرحلة البيات عند بدء موسم الجفاف (انظر الفصل السادس عشر) كما ان ضحالة اوعدم عمق الجذور يعتبر ميزة اضافية ، لانها تنمو نموا طيبا الا فى السنوات التى تتوافر فيها كميات كافية من المياه لترطيب الثلاثين او الخمسين سنتيمترا من التربة العلوية .

اما تجاربنا لزراعة نباتات الرعى فقد كانت مقسمة الى تجربتين رئيسيتين : مشتل تجريبى ، وتجربة ثانية لاستخدام المياه : ففى المشتل التجريبى زرعنا أكثر من مائة نوع من النباتات الرعوية السنوية والدائمة وكان املنا ان نستطيع بعد خمس الى عشر سنوات من الملاحظة تحديد نوع النباتات التى يمكن ان تعيش فى الظروف المتعاقبة من الجفاف والمطر بسبب نظام مياه السيول .

وبدأت اول تجربة فى شتاء ١٩٦١ ـ ١٩٦٢ وفى ديسمبر ١٩٦١ زرعنا بذورا مجهزة فى المشتل عمرها مابين (٨ ـ ١٠ اسابيع) وتلقت النباتات حوالى (١٠) عشرة امتار مكعبة للهكتار من المياه فى يوم الزراعة ، وبرغم حدوث سيل واحد ، فقد كان النمو خلال عام ١٩٦٢ ممتازا .

وخلال شهر يوليو ١٩٦٢ ، دخلت النباتات كلها مرحلة السبات الصيفى ، وأول وآخر سيل حدث خلال العام شديد الجفاف ١٩٦٢ ـ ١٩٦٣ وقع فى فبراير ١٩٦٣ ، وبعد ذلك بأربعة او خمسة أيام تقريبا بدأت كل النباتات فى النمو بسرعة كبيرة . وعاشت كل النباتات التى زرعت تقريبا ، وصمدت لظروف الجفاف الشديد لاكثر من ١٤ شهرا (من ٦ ديسمبر ١٩٦١ حتى ١ فبراير ١٩٦٣) .

وكان موسم الزراعة ١٩٦٢ ـ ١٩٦٣ بالغ القصر ، اذ لم يستمر الا مدة (٣ ½ ـ ٤ شهور) . ونمت النباتات بسرعة كبيرة منذ نهاية فبراير ١٩٦٣ حتى نهاية ابريل ، وأزهرت وطرحت بذورها فى شهر مايو ، كما دخلت مرحلة السبات الكامل فى نهاية شهر يونيو . ومعظم الفصائل التى عاشت بنسبة ١٠٠ ٪ نمت نموا طيبا ، فى حين ارتبط معدل المياه المنخفض بشكل عام بظروف النمو غير المواتية .

أما المواسم الرطبية نسبيا لعام ١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ ، ١٩٦٤ ـ ١٩٦٥ ذات الأمطار الغزيرة وعدد من السيول الكبيرة فقد جاءت بعد فترة جفاف طويلة لمدة ٢٤ شهرا (ديسمبر ١٩٦١ الى ديسمبر ١٩٦٣) وسيل واحد فى فبراير ١٩٦٣) ومن ثم فقد أتيحت لنا فرصة دراسة نمو وتطور النباتات التى عاشت هذه التجربة القاسية بنجاح ومن ثم ثبتت ملاءمتها للزراعة المطرية . لقد كان معدل نمو النباتات النمطية وفوق النمطية معادلا ، بل ومتجاوزا معدلات المراعى غير المروية فى مناطق البحر المتوسط دون المدارية ، ولذلك تبدو الزراعة المطرية أكثر فعالية من الزراعة فى ظل ظروف مطرية مقابلة ، لانها تخزن مباشرة الرطوبة المتاحة ، فى منطقة الجذور ، ولا يضيع الا قدرا طفيف جدا من الامطار غير المؤثرة ، ويستغل معظم الامطار استغلالا فعالا فى النمو والاستزراع .

أما نباتات المراعى السنوية التى تم اختبارها فقد ألقيت بذورها فى ديسمبر ١٩٦١ بواسطة اليد فى الحقول على عمق سنتيمترات واحد الى ثلاثة سنتيمترات ثم غطيت بواسطة أداة تقليب الاعشاب فطى سطح التربة بالقش حتى فترة النمو وأحيطت كل قطعة من الأرض بحد من الشعير لمنع البذور السنوية من التناثر ، واستغلال حبوب الشعير نفسها كنوع من المؤشر الذى يحدد اختلاف قطع الارض ، وكان نمو الشعير نموا طيبا ، لكن نمو معظم النباتات السنوية الرعوية تأخر مدة طويلة بالنسبة لكل الفصائل ، ولم يزد ارتفاع معظم النباتات على ثلاثة الى خمسة سنتيمترات ، وكان الغطاء النباتى منخفضا ، ولم تصل الا ندرة من هذه النباتات الى مرحلة الازهار . ونظرا لانه لم تظهر بذور كافية للاكثار فى الموسم التالى فقد أعيد بذر كل قطع الارض استعدادا لموسم ١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ ، وعندئذ كان النمو والانبات طيبا بشكل عام بعد سيول ديسمبر ١٩٦٣ . اما النباتات الحولية (او الحوليات) فتبعا لمراحل نموها كان يمكن تصنيفها فى ثلاث مجموعات : المجموعة الاولى تضم النباتات التى تنمو نموا مقارنا بالشوفان البرى الذى كان بمثابة وسيلة للقياس . وينتمى الشعير البرى والمزروع والشوفان ، والبازلاء ، ونوع من النبات العلفى ، ونبات الحلبة العربية ـ الى هذه المجموعة . وكانت ثمة مجموعة ثانية تضم البرسيم ونباتا علفيا آخر لم تنم نموا جيدا خلال الشهور الباردة اذا قورنت بالشوفان البرى ، وان كانت قد تحسنت فى نموها خلال شهر ابريل ومايو . وثمة مجموعة ثالثة كذلك تتألف من البقول وكانت رديئة فى زراعتها ونموها .

وكان مرد النتائج السيئة لهذه المجموعة والنمو البطء لنباتات المجموعة

الثانية فى الغالب الى نوع من البكتريا فى التربة . ومن المناظر المألوفة النباتات ذات اللون الاخضر فى التربة . ومن المناظر المألوفة النباتات ذات اللون الاخضر الداكن الجيدة النمو المصابة بالبكتريا التى تنمو وسط فصائل اخرى سيئة النمو غير مصابة بالبكتريا وكثير من تلك البقول وانواع النباتات العلفية كانت تستغرق اربع سنوات حتى تطور نظاما تكامليا متلائما . وكانت معظم نباتات الرعى الحولية تزهر وتلقى بذورها ثم تموت فى نهاية شهر مايو ، بحيث تترك كمية كبيرة من احتياطى المياه فى التربة دون استغلال على عمق ٦٠ سنتمترا أو أسفل ذلك . وكان الناتج طيبا . وكان الانبات والنمو والتطور فى موسم ١٩٦٤ ـ ١٩٦٥ والمواسم اللاحقة طيبا . كما ان غطاء القطع التى لم تلق فيها بذور كان ممتازا .

اما الشوفان البرى المحلى فبعد زراعته كان يعطى انتاجا ممتازا فى ظل ظروف توزيع المياه فى احواض البذور المخصبة ، بحيث يقل ضعف ناتج المحاصيل المبذورة فى المناطق الرطبة . وبعد اجراء تطعيم او تلقيح معقول بالبكتريا بدأت نباتات الاعلاف وأنواع أخرى علفية تنمو نموا طيبا ، وتغل ناتجا طيبا فى ظروف زراعة التصريف المطرى ، اذ اقترب انتاجها ، وتجاوز انتاج الشوفان القياسى ، ومن ثم كان الناتج مرتفعا او أكثر ارتفاعا من محاصيل الاعلاف الاخرى الشائعة وغير المروية فى المناطق التى هى أكثر رطوبة .

وكانت التجربة الرئيسية الثانية تتعلق بدراسة استغلال الرطوبة بواسطة نباتات الرعى ، ولقياس مدى نمو الانواع المختلفة من نباتات الرعى فنحن لا نحتاج لمعرفة مدى مقاومتها للجفاف وانتاجها فحسب ، بل مدى كفاءتها فى استخدام المياه . وكان لا بد من وضع ميزانية لكميات المياه المتاحة والمياه الضائعة بسبب البخر والتصريف . والمياه التى يستخدمها النبات والمياه اللازمة لانتاج وحدة وزن من المواد الجافة ، ومن ثم قمنا بقياس رطوبة التربة خلال فترة السنوات الاربع فى ست قطع فى أفضل فصائل النباتات الرعوية من حيث احتمالات الانتاج على فترات تتراوح بين اسبوعين وثلاثة أسابيع ، بزيادات تصل الى ثلاثين سنتيمترا فى العمق المقدر بنحو ٢٣٥ سنتيمترا . وكان هذا يضم معظم ـ ان لم يكن كل ـ نوعيات التربة المبللة او المشبعة بالرطوبة بسبب الفيضانات المختلفة . ومنذ اكتوبر ١٩٦١ حتى مارس ١٩٦٣ اخذت عينات التربة بواسطة انبوبة (فاهماير) ، ثم حصلنا على بيانات الرطوبة بواسطة قياسات جاذبية

ولهذه الطريقة عديد من العيوب : فالفجوات العديدة المحفورة داخل قطع الارض التجريبية بواسطة ماسورة العينات خربت السطح الطبيعى للتربة ، ودمرت الجذور عند اخذ العينات ، كان لابد من أخذ كل عينة من موضع مختلف بحيث لم يكن يستطيع أحد ان يتأكد ان الاختلافات فى الرطوبة من قياس الى آخر كانت حقيقية ولا ترجع الى اختلاف معين بين نقاط اخذ العينات .

اما اسلوب تخفيف " النيوترون " الذى استخدمناه منذ عام ١٩٦٣ فيتلافى كل هذه الثغرات والعيوب ، لان درجة رطوبة التربة تتحدد دائما فى نفس الموقع كما ان مواسير العينات فور دفعها داخل التربة تستخدم طوال الوقت ، بحيث لا تضطرب التربة . وقد استخدمت انبوبتان للوصول الى التربة فى كل موقع ، الى جانب ست قطع أخرى مكررة . وحددنا عملنا فى فصائل حولية موحدة ، وهى الشوفان البرى ، واخترنا ستة انواع دائمة هى : حشائش القمح الطويلة ، والشعير ذو الابصال ، وحشائش اخرى من انواع مختلفة . ولحساب كمية المياه المستخدمة بالفعل بواسطة النباتات المختلفة كنا نأخذ فى اعتبارنا التصريف الداخلى ، وبخر التربة السطحية . وكان التصريف الداخلى كبيرا ، وقد قلل من رطوبة التربة فى منطقة الجذور ، ولكن ذلك لم يحدث الا عندما كانت عناصر الرطوبة فى التربة عالية ، وخاصة خلال فترة الاسابيع الاربعة او الستة بعد كل سيل او فيضان من الامطار .

وكان هذا الفاقد بسبب التصريف يصل الى حوالى ٥٠ – ٨٠ ملليمترا اما بخر التربة السطحية فلا يكاد يذكر ، مما أثار حيرتنا البالغة . ولم يكن يصل الا الى حوالى ٧ر٤ ملليمترات طوال مدة الشهور السبعة من ابريل حتى نوفمبر ١٩٦٤ ، ٩ر١١ مم من فبراير حتى أغسطس ١٩٦٥ ، ومن ثم فانه يمكن اغفال هذا العامل باستثناء الفترة القصيرة التى تتشبع فيها التربة السطحية او سطح التربة بالرطوبة ومياه الامطار .

ولقد استطاعت النباتات التجريبية السبعة ان تصمد خلال سنة الجفاف ١٩٦١ – ١٩٦٢ (٥١ ملليمترا من الامطار ، وحدوث سيل مطرى واحد) وبلغ مجمل استخدام المياه ما بين ١٧٠ – ٢٣٠ ملليمترا بحيث استخدمت كل الرطوبة المتاحة للتربة خلفت مقدار ١٦٠ – ١٧٠ مم من المياه فى المساحة المقاسة ، وهى كمية تعادل ما بين ٥ – ٦ % من المياه على أساس قياس الكثافة النوعية ونظرا لان نقطة الذبول كما تتحدد فى اختبار عباد الشمس تكون عند نسبة ٨ % (= ٢٥٠ مم) فمن الواضح ان مخلفات

المياه لاتكفى للنباتات ، فالشعير ذو الابصال فقط ذو الجذور الضحلة والنضج المبكر هو الذى خلف رطوبة غير مستغلة مقدارها ٣٠ مم وخلال موسم الجفاف الشديد عام ١٩٦٢ – ١٩٦٣ (٦ر٢٥ مم من مياه الامطار ، وحدوث سيل مطرى محدود) استغلت النباتات ٧٠ – ١٠٠ مم من مياه سيول الامطار ، وفى نفس الوقت حددت فترة نموها ما بين ثمانية الى عشرة اسابيع . وقد توقف النمو ، ولم يكن الناتج كثيرا ، لكن كل الانواع والفصائل عاشت برغم القحط الشديد . وخلال عام ١٩٦٣ – ١٩٦٤ (٧ر١٥٢ مم من الامطار وحدوث سيل مطرى مرتين) وعام ١٩٦٤ – ١٩٦٥ (٧ر١٤٠ مم من الامطار وحدوث سيول مطرية خمس مرات) تشبعت التربة بالمياه بأدنى من الحد المحدد بالقياس ، واستغلت حشائش القمح والحشائش الاخرى حوالى ٣٠٠ مم فى السنة الاولى ، ٤٧٠ – ٥٣٠ مم فى السنة الثانية . اما الحشائش الاخرى التى هى اعمق جذورا فقد استغلت ٣٤٠ مم ، ٥٨٠ مم على التوالى . وفى كلتا السنتين خلفت النباتات حوالى ٢٥٠ مم من الرطوبة الباقية فى التربة منها ٧٠ مم – ٨٠ مم من المياه المتاحة .

وعند حساب المياه المستخدمة تبعا لطبقات التربة ، تبين انها متشابهة بالنسبة لكل الفصائل والانواع خلال عامى (١٩٦١ – ١٩٦٢) و(١٩٦٢ – ١٩٦٣) حين تشبع الارض بالسيول حتى عمق ١٢٠ و ٦٠ سنتمترا على التوالى . وفى السنوات ذات المطر الاغزر كانت الاختلافات بين الانواع أكثر وضوحا ، فالشوفان البرى ذو الجذور الضحلة والشعير ذو الابصال لاتستغل أكثر من ١٢٠ سم من سطح التربة ، على حين ان الحشائش الاخرى كانت تستخدم كل الطبقات . ومعنى ذلك انه كلما ازداد عمق الطبقة تأخر تسرب المياه وازداد بطء معدل استخدام المياه ، لكن الحشائش عميقة الجذور كانت تستغل كل الطبقات حتى ٢١٠ سم وبالمعدل ذاته . ولقد أكدت العينات العشوائية لهذه النباتات ان تجربة واحدة من التجارب السبعة للفصائل هى التى استغلت المياه من طبقة التربة التى يبلغ سمكها ٢١٠ – ٢٧٠ سم .

وعند حساب متوسط البخر اليومى ، تبين ان المعدل منخفض للغاية (١ – ٢ مم فى اليوم) خلال عام ١٩٦١ – ١٩٦٢ ويكمن السر فى ذلك الغطاء النباتى الشحيح خلال فترة تشبع التربة بدرجة عالية من الرطوبة والجفاف النسبى من التربة حين بدأت النباتات فى النمو . وفى صيف ١٩٦٢ – ١٩٦٣ بعد جمع النباتات وجفافها كانت نسبة البخر للنباتات الحولية الخاملة تقاس بأقل من نسبة (١ر٠ – ٣ر٠ مم) فى اليوم على حين كانت النسبة صفرا من مايو الى ديسمبر بالنسبة للشوفان البرى الحولى ، وهى حقيقة مدهشة ، تدل على انه حتى خلال فترة سبات النباتات وبالرغم من حالة

الجفاف التامة للاعشاب فان جذور وسيقان نباتات الرعى الحولية الدائمة تمتص الرطوبة بنشاط وفاعلية من التربة .

وتتيح لنا مقارنة نتائج المحاصيل واستهلاك المياه لمختلف انواع النباتات ان تحكم ـ الى حد ما ـ على مدى الكفاءة فى استغلال المياه بواسطة كل نبات من النباتات . اما أرقام المحاصيل واستخدام المياه واحتياجات المياه (كيلوجرامات من المادة الجافة المنتجة من كل متر مكعب من المياه) فهى أقل بالنسبة للنباتات السبعة عام ١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ منها فى عام ١٩٦٤ ـ ١٩٦٥ . ونظرا لانه منذ بداية الموسمين الزراعيين كانت نسبة رطوبة التربة واحدة ، فان انخفاض الناتج وانخفاض فعاليات استخدام المياه عام ١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ ليست الا نتيجة تبعية لسنوات الجفاف . وكانت كل النباتات تقاوم الجفاف الى حد كبير ، لانها عاشت فترة ٢٤ شهرا مابين ديسمبر ١٩٦١ وديسمبر ١٩٦٣ ، لم يحدث خلالها الا سيل طفيف ، ولم يسقط الا (٤١) ملليمترا من الامطار فى شكل رخات خفيفة غير فعالة . ولكن بالرغم من ذلك أثر الجفاف فى التفاعلات الفسيولوجية وكانت تحتاج الى موسم زراعى واحد حتى تستعيد حالتها الاولى .

ويمكن ترتيب النباتات تبعا لاحتياجات المياه فى ثلاث مجموعات وكان الشوفان البرى هو اكثر النباتات استهلاكا للمياه ، بحيث ينتج ٢٫٦٥ كجم من المادة الجافة لكل متر مكعب من الماء المستهلك . اما الشعير والابصال والحشائش الكبيرة ذات الازهار فكانت أقل الانواع استهلاكا للمياه (٠٫٦ كجم/م٣) على حين كانت كل انواع الحشائش الاخرى ذات استهلاك متوسط . ويؤكد الانتاج العالى نسبيا الاستخدام الفعال للمياه لبعض نباتات الرعى التى خضعت للبحث فى ظل ظروف الجفاف الشديد ان الزراعة المطرية اى التى على التصريف المطرى وسيلة فعالة وممكنة التطبيق لتحسين النطاق الصحراوى .

الفصل الرابع عشر

النتائج الزراعية

أشجار الفاكهة

كان القرار بانشاء بساتين فى تجربتنا الزراعية التى تعتمد على التصريف المطرى يتسم بالمجازفة وخاصة ان البستان سوف يحتاج الى سبع سنوات ـ على الاقل ـ من الملاحظة قبل الحصول على نتاج كاف لتبرير اى نتائج يمكن الاعتماد عليها . وفضلا عن ذلك ففى السنوات الاولى تحتاج الشجرات الصغرى الى قدر من المياه أقل مما تحتاج اليه الشجرات القديمة الكبيرة ، لان تكوين جذورها لا يكون قد اكتمل اكتمالا تاما ، ولا يمكن أن تعرف ماذا كانت الشجرات تتأثر من نقص المياه الا بعد أن تكون قد بلغت مرحلة النضج .

ولكن بسبب اشجار الفاكهة التى ورد ذكرها فى برديات (نيتزانا) ومجموعة أشجار الفاكهة التابعة لمنطقة (شبفتاه) التى ورد ذكرها فى التوراة ، مثل الاعناب والتين والرمان ، والزيتون ـ بسبب ذلك احسسنا انه لابد ان نزرع بستانا وشجعنا على المضى فى هذا الاتجاه تقرير سانت جيروم (٣٤٠ ـ ٣٢٠ م) انه كان ينتج فى منطقة (خالوتزا) نبيذا ممتازا ، فضلا عن عشرات معاصر النبيذ التى اكتشفناها فى مدينتى عبدات (وشفتاه) القديمتين وبالقرب منهما .

ولقد قسمت تجربة البستان بين مزرعتين : مزرعة (شبفتاه) ومزرعة (عبدات) ففى منطقة (شفتاه) أدت المصاطب غير المستوية الى حدوث سيول طبيعية عنيفة اثرت على الاشجار ، اما فى عبدات فان قطع الارض المستوية بعناية ، ونظام التوزيع الدقيق مما ساعدنا على التحكم فى كميات المياه التى تتلقاها الاشجار . ومن ثم فان معظم الملاحظات العلمية ، مثل الربط بين ناتج المحاصيل وبين استغلال المياه ونمو الجذع قد اجريت فى منطقة عبدات ، اما فى (شفتاه) فلم نكن نستطيع ان نلاحظ

سوى المظاهر المناخية المتصلة بدورة المياه اى التطور العام ، وانتاج اشجار الفاكهة .

لقد كان البستان فى منطقة (شفتاه) يمثل اهمية خاصة لانه كان يتعرض لظروف السيول التى هى أقرب شبها بظروف الزراعة القديمة من العمل الهندسى رفيع المستوى الذى تم فى عبدات كما ان الاشجار التى نجحت اعظم نجاح فى منطقة (شفتاه) هى التى ورد ذكرها فى التوراة والبرديات ، مثل : التين ، والاعناب والرمان والزيتون ، وان أضفنا الى ذلك الخروب . وبعد سبع سنوات وصلت احدى شجرات الخروب التى زرعت فى منتصف المزرعة الى ارتفاع ٦ر٥٠ مترا والى ٢٠ر١ متر فى محيط الجذع ، وتفوقت على اشجار اللوز والخوخ والمشمش المجاورة .

وفى منطقة (شفتاه) وجدنا ان شجر الخروب ينتعش ويترعرع طوال العام حتى خلال فصل الجفاف الذى استمر طوال عام ١٩٦٢ - ١٩٦٣ ، فقد ظلت الاشجار خضراء واحتفظت بنموها . وبالرغم من ذلك حدث تأثير لاحق للجفاف بين يناير وفبراير ١٩٦٤ ، حين اسقطت الاشجار معظم أوراقها ، وهو دليل على الاجهاد الشديد فى الفصائل دائمة الخضرة ، لكن هذه الظروف كانت عرضية ومؤقتة . واستعادت الاشجار حالها تماما فى فصل الربيع التالى ، وزاد ارتفاعها الان على خمسة امتار ، وبدأ انتاج الفواكه فى التحسن .

اما اشجار التين فقد اظهرت تطورا طريفا ، ففى السنوات الاولى تعرضت لظروف قاسية من الجفاف ، لكنها بالرغم من ذلك تطورت ونمت نموا طيبا . وخلال فترة الجفاف الشديد هاجم السوس اوراق الشجر التالفة ، مما ادى الى تساقط الاوراق قبل الاوان ، لكن استعادة الحالة الطبيعية كانت سريعة . وفى عامى ١٩٦٥ ، ١٩٦٦ اضطررنا ازاء وفرة انتاج التين الذى لم نستطع نحن او اصدقاؤنا او اقاربنا استهلاكه - اضطررنا ان نجرى تجارب لتجفيف الفواكه بأكثر من طريقة ، ونجحت التجارب نجاحا باهرا . اما اشجار الزيتون فهى تنمو نموا بطيئا ، وان كانت قد وصلت الى ارتفاع ٤ر٣ امتار ، ونموها طبيعى ، واستمرت على خلاف معظم الاشجار الاخرى فى النمو حتى خلال سنوات الجفاف ، وبدأت منذ فترة وجيزة تطرح ثمراتها الاولى .

اما اشجار الرمان فهى تتلاءم بشكل مثالى مع الظروف التى زرعناها فى ظلها

وهذه الانواع تقاوم الجفاف والاملاح ، ولقد نمت الاشجار نموا طيبا ، وان كانت قد تعرضت بعض الشىء لظاهرة التلف الاوراق بسبب نقص العناصر الاستشفافية (الاشعاعية) ثم استعادت حالتها بعد التسميد الغزير .

ولم تتأثر اشجار اللوز بسنوات الجفاف الا بقدر طفيف جدا ، وكان نموها طيبا للغاية ، ووصلت الى ارتفاع ٥ر٣ أمتار ، ولا وجه للمقارنة بين انتاجها وبين الانتاج فى (عبدات) ويرد ذلك على الارجح الى صعوبات التعليم .

اما البستان فى (عبدات) فيشمل ٦ر٢ هكتار ، ومن ثم فهو أكبر من حجم البستان فى منطقة (شفتاه) ثلاث مرات أو أربع وأنجح الاشجار والشجيرات فى (شفتاه) هى الخوخ والمشمش واللوز والتوت . وعلى العكس من (شفتاه) حيث تأثرت اشجار الخوخ تأثرا شديدا بالجفاف نمت أشجار خوخ بستان عبدات نموا طيبا .

اما كرمات العنب فى منطقة (شفتاه) فقد نمت نموا ناجحا ، وانتجت محصولا وفيرا عامى ١٩٦٥ ، ١٩٦٦ حصلنا منه على انواع ممتازة من الزبيب ، وخلال العام الاول واجهنا صعوبة فى زراعة اشجار العنب ، وان كانت قد نمت وترعرت فيما بعد .

وكانت اشجار المشمش بشكل عام تنمو نموا طيبا ، وكانت هناك فصائل متنوعة تختلف - الى حد كبير - من ناحية انتاجها عن الانواع الاربعة المزروعة فى (عبدات) والتى اعطت ثلاثة انواع منها أفضل النتائج . وقد نمت اشجار اللوز نموا طيبا واعطت محصولا رائعا . وقد ترددنا فى زراعة اشجار التوت ، ثم زرعناها على مضض ، لانها كانت تمثل الانواع الوحيدة التى جربت فى المزرعتين ، التى لا تستغل استغلالا واسعا فى اسرائيل ، ولم تكن لدينا آمال كبيرة فى النجاح . ولكن دهشتنا كانت كبيرة فقد نجحت الزراعة ، وأعطتنا نتائج طيبة . كما ان نجاح زراعة التفاح بعد سنوات الجفاف منحتنا الامل فى تحقيق محاصيل طيبة فى المستقبل .

ولقد زرعت اشجار الفستق فى موعد متاخر عن معظم الاشجار ، ونمت الزراعة ببطء شديد خلال العامين الاولين ، ولم تبدأ الا عام ١٩٦٦ فى تحقيق نمو طيب . وهذا فأل حسن للمستقبل . ويبدو ان الاشجار تتلاءم كل الملاءمة مع الهيئة الجافة ، كما كنا نأمل من قبل حيث تنمو فصائل مشابهة نموا بريا فى منطقة النقب .

وكانت النتائج التى تحققت من زراعة البرقوق الكزى (القراصيا) أفضل من نتائج البرقوق العادى ، اذ كانت نتائج نمو الاخير غير مرضية على الاطلاق .

ومنذ لحظة الزراعة تتبعنا بكل دقة تطور جميع الاشجار فى عبدات ، ولاحظنا سلوك الظواهر المناخية المتصلة بدورة حياتها ، وكنا نقيس ارتفاعها بانتظام ، وأحصينا عدد الفروع الجديدة ، على اننا فشلنا فى البداية فى العثور على مؤشر يتيح لنا ان نقيس نشاط الاشجار بموضوعية وسهولة . وفى عام ١٩٦٣ بدأنا فى مزرعة (عبدات) استخدام مقياس أشجار مصمم خصيصا لذلك ومن هذا الوقت قمنا بعملية القياس على فترات منتظمة لعرض جذوع الاشجار حتى درجة ١ر٠ ملليمتر فى نفس المواضع المحددة عند مستوى (٢٠ — ٣٠ سنتيمترا) فوق سطح الارض . وهذه القياسات التى تعد مؤشرا دقيقا وحساسا للاشجار أتاحت لنا استخلاص بعض النتائج الهامة .

ومن الواضح ان الاختلاف الاساسى بين الانواع والفصائل ليس هو الحد الاقصى لمعدل النمو الذى يتحقق كل عام بل الفترة الزمنية التى يبقى فيها هذا المعدل وطول مدة الزراعة السنوية . وتؤكد المقارنة من نمو شجرة اللوز وشجرة الخوخ خلال عام ١٩٦٤ هذه الحقيقة بوضوح . لقد كان المعدل الاقصى للشجرتين متشابها لكن شجرة اللوز كانت تنمو بهذا المعدل من شهر مايو حتى شهر أغسطس ، اما شجرة الخوخ فكانت تنمو بالمعدل نفسه من يونيو الى أغسطس . وكان نمو شجرة اللوز يستمر من أوائل فبراير حتى منتصف اكتوبر ، ونمو شجرة الخوخ من أواخر مارس حتى منتصف اكتوبر . وتدل المعدلات القصوى المحققة لنمو الاشجار خلال ذلك العام فهى ليست الا اجزاء طفيفة بالنسبة للعامين التاليين ، كما أن فترة النمو كانت قصيرة للغاية . ولم تنم بعض الاشجار على الاطلاق . وفى عام ١٩٦٤ كانت فترة النمو لجميع الاشجار أقصر بكثير ، وبلغت ذروتها او معدلها الاقصى بعد عام ١٩٦٥ . وتدل المنحنيات على أن اشجار اللوز والمشمش قد انخفضت فى معدلها الاقصى فى النمو عام ١٩٦٤ مقابل عام ١٩٦٥ وتوحى هذه الحقائق بآثار عام الجفاف لان عام ١٩٦٤ كان عاما مواتيا للنمو — على الاقل — مثل عام ١٩٦٥ وقد احتاجت معظم الاشجار الى عام كامل لاستعادة حيويتها بعد الاثار الضارة لعام ١٩٦٣ . وتدل مقارنة معدلات النمو القصوى على أنه خلال كل السنوات ومنها عام الجفاف ١٩٦٣ اتسمت اشجار اللوز بأعلى معدلات

النمو ، وبلغت ذروة نموها فى وقت مبكر ، واستغرقت أطول فترة نمو . وتشغل اشجار المشمش المركز الثانى ، والبرقوق المركز الاخير . اما الاختلافات بين اشجار الخوخ والتفاح والكمثرى فلم تكن واضحة او بارزة .

والى جانب هذه النتائج العامة ساعدتنا نتائج مقياس الاشجار على تجميع معلومات محددة عن انماط النمو للانواع التى تنتمى لفصائل واحدة .

اشجار اللوز :

كانت هذه الاشجار هى الاولى فى الازهار واخراج البراعم ، وكان لها أعلى معدل وأطول مدة فى النمو ، وهى آخر الاشجار فى اسقاط اوراقها ، وفى بعض الاحيان تبقى الاوراق القديمة حتى تظهر البراعم الجديدة . كما ان معدل النمو وزيادة النمو السنوى للفصائل الجديدة من الظواهر المميزة لظروفنا القاحلة . وحتى فى عام ١٩٦٣ نمت اشجار اللوز نموا كبيرا ، وبلغت معدلا عاليا نسبيا ، على حين لم تكد الاشجار الاخرى تنمو على الاطلاق .

اشجار المشمش :

بلغت بعض انواعها أعلى معدلات النمو ، تماثل معدلات اشجار اللوز ، وان كانت مدة نموها أقل أو أقصر زمنا . ولقد لاحظنا الاختلافات الواضحة بين الاشجار نفس الفصائل ومن نفس العمر حيث تنمو فى اجزاء مختلفة من البستان . وفى عام ١٩٦٥ بلغت ثلاث اشجار فى الجزء الادنى من البستان قطرا متوسط حجمه ٧٦ر٥ مم ، على حين لم تبلغ ثلاث شجرات اخرى فى مقدمة البستان فى حجم قطرها ٤٤ر٦ مم ، والمؤكد ان هذا الاختلاف ينشأ عن الاختلاف فى ظروف المياه بين الموقعين .

اشجار الخوخ :

وصلت فصائل اشجار الخوخ المطعمة فوق جذور اشجار اللوز الى أعلى معدل للنمو ، وحققت نموا سنويا كبيرا خلال مدة نمو طويلة تفوق مدة نمو الاشجار المطعمة فوق اشجار المشمش او الخوخ . اما ميزة اشجار اللوز على الجذور الاخرى فكانت شديدة الوضوح خلال موسم الجفاف ١٩٦٣ .

اشجار التفاح :

وهى آخر شجرة فى ظهور البراعم والازهار (من اواخر ابريل حتى اوائل مايو)

وهو عيب مؤكد . ونظرا لاننا استطعنا التحكم فى توزيع مياه السيول فى معظم مساحة البساتين فقد هيأت لنا مزرعة (عبدات) فرصة ممتازة لدراسة استغلال الاشجار للمياه، ولتحقيق هذه الغاية استخدمنا اسلوب تجفيف (النيوترون) لقياس رطوبة التربة خلال الموسم مع عشرين ماسورة توصيل موضوعة فى أربعة دوائر ذات مركز واحد حول الاشجار ولقد حال هذا الاسلوب دون تلف جذور الاشجار . كما ساعدنا على تتبع نمو الجذور لان نقص الرطوبة فى اى منطقة يدل على وجود الجذور فى تلك المنطقة . اما قياسات (النيوترون) لتحديد درجة الرطوبة فقد كانت تتم على مسافات ذات عمق (٣٠) سم تبدأ من (١٥) سم من سطح التربة حتى عمق (١ر٦٥) م وقد اخترنا ثلاث اشجار خوخ وثلاث اشجار مشمش للدراسة . وزرعت الاشجار فى مساحة تبلغ ٥ × ٧ متر داخل احواض دائرية عمقها ١٥ سم ، وقطرها ٣ امتار . وكان الحوض يجمع كمية من المياه من قناة التوصيل اثناء السيول الصغيرة ، كما قمنا كذلك بقياس نمو جذوع هذه الاشجار بمقياس الاشجار كل اسبوع او كل اسبوعين وعند حساب استغلال الاشجار للرطوبة أخذنا فى اعتبارنا التصريف الداخلى ، وبخر سطح التربة غير المؤثر — على نحو ما وصفنا فى الفصل الثالث عشر — بالنسبة لتجارب نباتات الرعى .

وخلال دورتى استنزاف الرطوبة كان الاستنزاف تحت شجرة المشمش الواحدة ١١ر٤٤٥ لترا عام ١٩٦٤ ، ٩ ر٧٤٥ لترا ، ١١ر٣٥٩ لترا على التوالى . ويمكن تقسيم كل فترة الى فترتين فرعيتين او ثانويتين . وهى أكثر وضوحا فى حالة اشجار المشمش منها فى اشجار الخوخ وهما : (١) الفترة الخاملة من آخر الامتلاء بواسطة السيول حتى بداية الازهار ، وهى فترة دنيا استنزاف للمياه والنمو (٢) فترة النشاط من بداية الازهار حتى فترة اقصى نمو للجذع .

وفى نهاية الصيف ينتهى نمو الجذع ، وتسقط الاشجار اوراقها ، ويتناقص استنزاف المياه بسرعة ، وتبدأ فترة السبات او الخمول . وفى عام ١٩٦٤ انتهت فترة الخمول حوالى ٤ من مارس ، وتستنزف رطوبة التربة تحت اشجار المشمش والخوخ خلال فترة السبات والخمول بمقدار ١٢٣١ لترا ، ١٧٩٩ لترا على التوالى ولما كان استنزاف الرطوبة يأتى من الطبقات الدنيا ، فيبدو ان ذلك مرده الى الامتصاص بواسطة الجذور ومن ثم فيفترض انه حتى خلال فترة الخمول تحتاج الاشجار الى بعض المياه . وينعكس نقص المياه على فترة النمو فى المستقبل ، وتلك ملاحظة هامة لان اشجار المشمش والخوخ يفترض انها (خاملة) او فى مرحلة السبات خلال فترة الخمول ، حين يكون النمو

فى ادنى مستواه ، كما لا توجد اى أوراق . ويقدر متوسط استنزاف الرطوبة خلال فترة النشاط عام ١٩٦٤ (١٠ر٢٤٠ لترا) لاشجار المشمش ، ٦ر٨٤٦ لترا لاشجار الخوخ (بمتوسط ٦ر٤٢ ، ٢٧ر٨ لتر فى اليوم . وخلال فترة النشاط عام ١٩٦٥ منذ ١٥ مارس تقريبا تناقصت عملية الاستنزاف للرطوبة تحت اشجار المشمش الى ٩٠٠٠ لتر وظهرت زيادة الى ٩٣٥٧ لترا تحت اشجار الخوخ . اما خلال فترة الخمول عام ١٩٦٥ فقد بلغ استنزاف الرطوبة تحت اشجار المشمش ٧٤٥ لترا وتحت اشجار المشمش ٢٠٠٢ لتر .

وقد قسم استنزاف الرطوبة الى ثلاثة أقسام من حيث الكثافة يمكن ان تحدد نمو الجذور وتوزيعها بهذه الطريقة ، وهذه الاقسام الثلاثة هى : أكثر من ٨١ر٨ ٪ من الرطوبة المتاحة (ما يعادل ٤٥ مم من المياه . (٢) بين ٦٣ر٣ ٪ ، ٨١ر٨ ٪ من الرطوبة المتاحة (ما يعادل ٣٥ — ٤٥ مم من المياه) . (٣) أقل من ٦٣ر٣ ٪ وخلال عام ١٩٦٤ (اى فى العام الثالث من النمو) حدث أكثف استنزاف للرطوبة تحت اشجار الخوخ فى كل طبقات الاسطوانة الوسطى ، وفى عدة طبقات من الحلقة الاولى . وهذه الحقيقة تدل على جذور فقيرة فى النمو ، بسبب فترات الجفاف السابقة على الارجح ، كما أن نمط سحب او امتصاص الرطوبة فى العام التالى يدل على النمو الكثيف للجذور فى الاسطوانة الوسطى كلها ، وفى الحلقة الاولى وأجزاء الحلقة الثانية . ونلاحظ الاستنزاف المتوسط للرطوبة فى معظم الاجزاء الباقية من حجم التربة بما يدل على النمو الافقى والرأسى للجذور .

اما نمط نمو الجذور فى اشجار المشمش فيدل على انه فى عام ١٩٦٤ كانت الجذور تخترق الاسطوانة الوسطى كلها والحلقة الاولى ومعظم الحلقة الثانية وجزءا من الحلقة الثالثة ، وكذلك نجد ان نمط نمو الجذور عام ١٩٦٥ كان مشابها . ويبدو أن نمو الجذور العليا فى أشجار المشمش يدل على قدرتها الكبيرة على الصمود لفترات الجفاف .

وتدل هذه الارقام الخاصة بالاستغلال السنوى للمياه على ان المتوسط السنوى للنوعين خلال عامين متصلين يعادل (٢٧٠٠ متر مكعب) من المياه للهكتار الواحد (ومنه الفاقد بسبب البخر والصرف) . ان استغلال الاشجار الحقيقى للمياه يقدر بما يقل بحوالى ٢٥ ٪ عن هذا القدر ، فالبساتين التجارية أضيق فى مسافاتها من ذلك وهى طبقا لتلك الارقام لا تحتاج لاكثر من ٣٠٠٠ — ٤٠٠٠ متر مكعب من مياه الرى

للهكتار الواحد . واذا افترضنا نسبة عكسية من استنزاف الرطوبة للمسافة المخصصة لكل شجرة فلابد ان استغلال الرطوبة ٣٦٠٠ متر مكعب للهكتار اذا كنا سوف نستخدم نفس المسافات المتبعة فى منطقة (عبدات) .

بيد انه فى منطقة بير سبع تقدر كمية مياه الرى المتاحة للاشجار من نفس عمر اشجار منطقة عبدات تقدر بحوالى (٧٠٠٠) متر مكعب للهكتار لاشجار الخوخ و (٥٥٠٠) متر مكعب من المياه لاشجار المشمش وهذا يدفعنا الى ان نتساءل عما اذا كانت اشجارنا فى منطقة (عبدات) تحتاج لكميات أقل من المياه ، أو أن المزارعين يسرفون فى استخدام مياه الرى .

لقد دلت التجارب فى كل انحاء العالم على ان المزارعين يسرفون دائما فى استخدام مياه الرى .

الفصل الخامس عشر

جمعات مياه الامطار الصغرى

يعتبر " يوائيل دى انجليس " مستشارنا الزراعى فى كل الامور المتصلة بأشجار الفواكه والمحاصيل الحقلية والخضروات - من بين مؤسسى مستعمرة " ريفيفيم " وهى مستعمرة (كيبوتز) تقع فى السهل الشمالى الغربى للنقب وذات ظروف مناخية وأمطار مشابهة للظروف السائدة فى مزرعة (شيفتا) . وكانت المستعمرة فى أيامها الاولى تقوم باجراء تجربة كان قد اقترحها " جوزيف ويتز " مدير الصندوق القومى اليهودى الذى شاهد تخطيطا مماثلا فى شمالى افريقيا ، وكانت الفكرة تدور حول استخدام مياه التصريف المطرى لزراعة الاشجار ، بطريقة تجعل لكل شجرة منطقة صغيرة لتجميع المياه الخاصة بها ، لكن عدل عن التجربة لاكثر من سبب قبل ان تعطى نتائج ايجابية او سلبية . وفى عام ١٩٦١ طالبنا (يوئيل دى انجليس) بتنظيم أراضى التجارب فى عبدات لتكرار التجربة ، وراق لنا هذا الاقتراح .

وكانت دراستنا الاولى عن تجميع المياه (الفصل التاسع) قد دلتنا على انه فى ظل ظروف الجفاف فى اماكن محددة يزداد الانتاج النسبى للمياه كلما صغر حجم مجمع المياه بمعدل كل وحدة مساحة سطحية ، واذا استطعنا العثور على الحجم الامثل للمجمعات المائية الصغرى لكل شجرة او شجيرة ، فاننا بذلك نحقق درجة أعلى من الكفاءة لاستغلال مياه التصريف المطرى ، كما ان الطريقة سوف تؤدى فى الوقت نفسه الى مساعدة المزارع لاستخدام مناطق سطحية واسعة لتتلاءم عادة مع مزارع التصريف المطرى ومن المزايا الكبيرة كذلك للمجمعات المائية الصغرى فى مزارع التصريف المطرى انخفاض تكلفة انشائها وصيانتها .

وفى عام ١٩٦١ اخترنا للتجربة مساحة من الارض تقدر بكيلومتر واحد غرب مزرعة (عبدات) تتألف من ١٫٧٧٥ هكتار أضفنا اليها عام ١٩٦٣ مساحة قدرها ٠٫٧٧٥ هكتار وتشكل الارض جزءا من السهل الطفلى ، وهى ذات انحدار طفيف يقدر بحوالى ١٫٥ % ، وكانت التربة الضحلة على درجة من الملوحة ، وتكوينها من الحصى والحصباء .

كان اختيار التربة مقصودا كنموذج للسهول الطفلية فى هضاب النقب ، على النقيض من السهول الطفلية الواسعة للمنطقة السطحية والتربات الطفلية العميقة ذات التصريف الجيد وغير المالحة فى المنخفضات والاودية الصغيرة التى تقع بداخلها المزارع . ولقد اتاح لنا ذلك فرصة لنتبين درجة غسل السيول للاملاح ، ونوع النباتات المزروعة التى تستطيع مقاومة درجة عالية من الملوحة . وباستثناء الطبقة العليا كان التفاوت كبيرا جدا فى مقدار اجمالى الاملاح المذابة (٧٠ر٠ ــ ١ر٢ ٪) وفى مقدار الكلورين (٠٢ر٠ ــ ٣ر١ ٪) لقد كان اجمالى محتوى الاملاح المذابة للتربة ٠٢ر١ ٪ وكان الجير فى كل الطبقات ، وكان عنصر الجير حاليا فى كل الاعماق (٢٧ ٪ ــ ٥٥ ٪) .

قسمنا المنطقة الى ١١٧ مجمعا مائيا صغيرا يتراوح حجمها من ١ / ١٠ هكتار (١٠٠٠ متر مربع) الى ١ / ٦٤٠ هكتار (٦ر١٥) واستخدمنا محراثا صغيرا لرفع حد خارجى ارتفاعه من (١٥ ــ ٢٠ سم) حول كل قطعة أرض .

ولجمع مياه التصريف المطرى ، قمنا بحفر حوض مربع عند ادنى نقطة لكل مجمع مياه صغير ، وجعلناه على شكل هرم مسطح مقلوب لضمان تدفق المياه الى نقطة المنتصف وكان حجم كل حوض يتلاءم مع انتاج المياه المتوقع من كل مجمع مياه صغير ، ووزعت الاشجار والشجيرات عند ادنى نقطة من كل حوض ، ولم تكن مياه التصريف المطرى تستطيع الدخول من الخارج .

ومن المجمعات المائية الصغيرة لم تكن مصممة للحصول على معلومات مائية (هيدرولوجية) فقد قمنا بقياس تقريبى لحجم مياه التصريف المطرى لبعض الامطار من كل مجمع مائى صغير ، بملاحظة العلامات المائية فى احواض التجميع بعد الامطار الغزيرة . ونورد هنا مثالا واحدا : ان انتاج قطعة ارض مساحتها (٥٠٠ م ٢) الكميات هائلة من التصريف المطرى ، وانتاج القطع الصغرى كميات اقل دفعنا الى ان نستنتج ان هناك حجما أمثل للتصريف المطرى الاقصى . وقصارى القول : حين ينخفض حجم قطعة الارض عن الحد الامثل ، فان كمية التصريف المطرى تنخفض ، ولعل هذا من تأثير الحواجز الخارجية ، فعند اقامة الحدود والحواجز ، وضعت شقوق وأخاديد لمنع المياه المجمعة فيها من الوصول الى احواض التجميع ، حتى يزداد التخزين الطفيف فى هذه المنخفضات الصناعية مع تناقص تلك القطع فى الحجم . وبالرغم من ذلك فان النسبة المؤدية للتصريف المطرى (٢٧ ــ ٤١ ٪) لمجمع المياه الصغير كانت أعلى من النسبة

التى تتلقاها مساحة منطقة تجميع المياه كلها فى المزرعة (١٤ ٪) ولقد ثبتت هذه الحقيقة بالنسبة لسائر الامطار .

وفى ضوء مثل هذه النتائج الهامة ، قررنا قياس تصريف امطار المجمعات المائية الصغيرة على نحو أدق . فخلال صيف ١٩٦٢ اقمنا قطعتين من الارض ، لكل منهما سطح تجميع مياه مساحته ٢٠ م٢ وتصرف داخل براميل من الاسبستوس الاسمنتى سعتهما ٣٠٠ لتر (لتفاصيل الانشاء راجع وصف قطع الاراضى الكبيرة للتصريف المطرى الواردة فى الفصل التاسع) ولقد اوجزنا النتائج .

لقد أنتجت قطع اراضى التصريف المطرى الصغيرة نسبة مئوية أعلى بكثير من مياه التصريف المطرى تزيد على قطع قياس التصريف التى تقدر مساحتها بنحو ٨٠ م٢ بالقرب من المزرعة . ففى موسم ١٩٦٧ ــ ١٩٦٨ على سبيل المثال : انتجت ما يعادل ثلاثة امثال التصريف المطرى لقطع اراضى المزرعة . لقد هبت بالتحديد عاصفة مطرية حيث كانت نسبة انتاج مياه التصريف المطرى لقطع أراضى المجمعات المائية ١٠٠ ٪ ، لأن السطح كان لا يزال مشبعا بالرطوبة من المطر السابق . واذا قارنا متوسط التصريف المطرى السنوى من منطقة تجميع المياه فى المزرعة بالمتوسط من المجمعات المائية لمختلف الاراضى ــ تبين لنا ان الفارق كبير لان متوسط التصريف المطرى من سبعة مجمعات مائية صغيرة أقل من نسبة ١٠ ٪ ومتوسط المجمعات الصغرى من ٤٥ ٪ الى ٥٠ ٪ . ان المقارنة بين المجمعات المطرية للمزرعة والمجمعات المائية الصغرى تثير نقطة هامة اخرى . ان الامطار الخفيفة وغير المؤثرة فى انتاج مياه تصريف مطرى فى المزرعة كانت ذات تأثير وفاعلية فى المجمعات المائية الصغرى . وفى عام ١٩٦٧/٦٦ على سبيل المثال تعرضنا لسيل متدفق على المزرعة ، وثمانية سيول على مختلف المجمعات المائية الصغيرة من مختلف الاحجام .

وقد دلت تجارب ملوحة التربة التى اجريت كل عام ابتداء من ١٩٦١ الى ١٩٦٧ على انها خلال السنوات العديدة انخفضت انخفاضا كبيرا فى التربة كلها فى المجمعات المائية الصغرى من مختلف الاحجام ، بل بلغت بالفعل نقطة لم تعد تمثل فيها خطرا محققا على نمو المحاصيل ذات الحساسية المتوسطة للاملاح . وكان ترشيح قطعة الارض الصغرى (٥ر٦٢ ، ٢ر٣١ م ٢) ابطأ منه فى قطع الارض الكبرى ، وهى نتيجة متوقعة ، لان الكميات المطلقة للتصريف المطرى التى تصل الى احواض الاشجار للقطع الكبيرة تزيد اربعة وخمسة امثال على الكميات التى تتلقاها القطع الصغيرة .

اما الاشجار والشجيرات التى زرعت فى أراضى التجميع فكانت اشجار الرمان ، والاعناب والمشمش ، واللوز والخروب ، والزيتون ، وشجيرة الملح . وهذه الشجرة الاخيرة من النباتات الرعوية شديدة المقاومة للاملاح ، وقد احتفظنا بها للاراضى التى تبلغ مساحتها ١٦ م٢ ـ ٢٥٠ م٢ ووضعنا اشجار الفواكه فى الاراضى التى تبلغ مساحتها من ١٢٥ الى ١٠٠٠ م٢ . وفى وقت الزراعة ، ولضمان تثبيت الاشجار ، حصلت كل شجرة على (١٨٠ ـ ٢٠٠) لتر من المياه على مرتين او على دفعتين ، لكن شجرة الملح لم تتلق اى مياه رى اضافية وقت الزراعة او بعد ذلك . ولقد قمنا بتسميد القطع بسماد عضوى ، وغطيناها بالقش . وقد وجدنا جذور الاعناب غير المطعمة بأصناف اخرى ممزقة ، ومرد ذلك فى الغالب الى ان فصائل التطعيم لم تكن جيدة فى مقاومتها للاملاح . اما الاشجار والشجيرات الاخرى فقد نمت نموا طيبا ، وفشلت كذلك بعض اشجار المشمش فى تعميق جذورها ، بخلاف الانواع الاخرى التى غرست جذورها بشكل معقول ، وكان نموها وازدهارها خلال السنة الاولى طيبا جدا . وصادفت اول مشكلة لها فى العام التالى بعد ان كانت براعمها قد ازهرت فى الربيع ، ويرجع ذلك فيما يبدو الى ان الجذور كانت قد بدأت فى اختراق التربة نحو اعماق ابعد اى داخل طبقات من التربة أشد ملوحة . والنبات الوحيد الذى لم تبد عليه اى بوادر للتلف هو شجرة الملح .

اما أوراق شجرة الرمان وهى نبات مفروض انه مقاوم للملوحة فقد تحولت الى اللون الاصفر فى موسم النمو الثانى ، وبعد المعالجة بمادة الحديد استعادت حيويتها وتحول لونها الى اللون الطبيعى وظلت كذلك . اما اشجار الزيتون فقد كان معدل نموها فى بادئ الامر صغيرا ، وبعد ان نفضت اوراقها عادت لها أوراقها مرة اخرى . وبعد موسمين انتجت اول زيتون كبير لها فى عام ١٩٦٨ وقد برهنت اصفرار اوراق المشمش فى سقوطها على ان الملوحة ذات تأثير كبير عليها . ولوحظت فروق واضحة بين نباتات العنب الفردية . فتلك التى نجحت فى بادئ الامر فى التغلب على الصعوبات الاولى للتأقلم نمت نموا جيدا وكانت أوراقها وبراعمها وفيرة ، على حين كانت الاخرى أبطأ وتأخرت فى الموسمين الاولين . ومازال الوقت مبكرا لكى نصدر حكما على مصير اشجار الخروب واللوز التى لم تزرع الا فى عام ١٩٦٣ / ١٩٦٤ . ولكن لما كان متوسط ارتفاعها قد وصل الى ١ر٧٠ متر فى عام ١٩٦٨ (فى حين ان بداية ارتفاعها كانت نصف متر) فهناك ما يجعلنا نعتقد انها سوف تنمو بشكل طبيعى .

اما من جهة الاشجار فلا يمكن الاجابة على الاسئلة التى تتناول اكبر حجم للمجمعات

مياه الامطار الصغرى اوعدد الاشجار التى يمكن غرسها فى الهكتار الواحد ، وذلك لأن الاشجار لم تنتج بعد محصولا كاملا . ولكن نمط نموها يعطينا مؤشرا معينا . وعلى سبيل المثال : نذكر شجر الرمان فيبدو ان الفرق فى معدل النمو والارتفاع للاشجار التى تمت فى جمعات مياه الامطار الصغرى كان صغيرا . فقد كان النمو فى اصغر الجمعات طيبا . كان ذلك لان منطقة تجميع المياه الخاصة بها كانت شحيحة الى حد ما ويعنى هذا انه فى ظل ظروف المطر والسيول السائدة (عبدات) يمكن ان نزرع ما بين (٢٠ ـ ٤٠) شجرة رمان فى الهكتار الواحد اذا استخدمنا طريقة الجمعات المائية الصغيرة ، وهذا يصدق على الاشجار الاخرى ، ولما كانت الكرمات شجيرات ، وليست اشجارا ، فيمكن ان تستخدم معها مجمعات مائية اصغر مساحة ما بين (٨٠ ـ ١٠٠ ٪) فى الهكتار الواحد .

ومن بين مجموعة نباتات الجمعات المائية الصغرى التى اجرينا عليها اختبارات كانت شجرة الملح هى الوحيدة التى زرعت دون مجمع مائى (اى مجمع مائى درجته صفر) فوق السهل الطفلى المكشوف ، على انه لم تعش اى نباتات من النباتات التى زرعت عام ١٩٦١ بدون مجمعات مائية بالرغم من توفير (٥٠) لترا من المياه للنبات كاحتياطى وقت الزراعة والاستنبات . كما لم تنجح تجربة اخرى فى اواخر عام ١٩٦٢ للزراعة بدون مجمعات مائية . اما اشجار التى زرعت عام ١٩٦٣ بدون مجمعات مائية فقد نجحت جزئيا فى المواسم الرطبة نسبيا (١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ ، ١٩٦٤ ـ ١٩٦٥) كما ان بعض النباتات عاشت فترة حرجة للغاية . هذا كما نجحت كل النباتات المزروعة فى مجمعات مائية مساحتها ١٥ر٦ مترا مربعا ، الا ان نسبة ٦٠ ٪ تأثرت بالجفاف عام ١٩٦٢ ـ ١٩٦٣ . وقد اعيدت زراعة هذه النسبة عام ١٩٦٣ وكان نموها منذ ذلك التاريخ طيبا كما ان زراعة نباتات Salt Bush فى الجمعات المائية الاخرى كانت ممتازة (٩٤ ٪) من الزراعة الاولى وكان نمو النبات سريعا ، وبلغت النباتات فى ارتفاعها ١٠٠ ـ ١٦٠ سم ، ١٣٠ ـ ٢٣٠ سم فى عام ١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ ، على التوالى . وكان ارتفاع النبات يرتبط بحجم المجمع المائى المطرى ، وفى السنة الثالثة كانت الشجيرات قد بلغت حجمها الكامل فى كل الجمعات المطرية الصغرى من ٦٢ر٥ مترا مربعا فصاعدا . وبعد بدء عملية القطع عام ١٩٦٤ لتحديد النتاج الجاف والنتاج الطازج ، توقفت عملية قياس الارتفاع .

وخلال سنوات التجربة ، ازدهرت عدة نباتات من نوع (سولت بوش) ونمت حول

حول احواض النباتات ، ولم تظهر تلك النباتات الا حول المجمعات المطرية الصغرى التى تزيد فى حجمها على ١٥٫٦ مترا مربعا ٠ وتدل هذه الحقيقة كذلك على انه فى السهول الطفلية يجد هذا النوع من الشجر ظروفا تسمح بالازدهار والنمو فى بيئات تتجمع فيها مياه التصريف المطرى بكميات كافية وتبرهن هذه النباتات على ان الانبات فى مجمعات المطر التى درجتها صفر مآلها الفشل فى ظروف عبدات لكن المجمعات المطرية الصغرى من ٣١٫٢ متر مربع فصاعدا كانت تكفل الازدهار والانبات الناجح والنمو اللاحق حتى خلال سنوات الجفاف القاسية ٠

ومعنى ذلك انه يمكن زراعة عدد ٣٢٠ من نباتات (السولت بوشى) على الاقل فى الهكتار الواحد ٠

ولقد تحددت كميات انتاج شجرة (سولت بوش) خلال خمس سنوات من الملاحظة من (١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ حتى ١٩٦٧ ـ ١٩٦٨) بقطع النباتات المفردة لكل حوض زراعة فى اواخر الصيف (اغسطس اكتوبر) حين كان الوزن الجاف حوالى ٦٠ ٪ من الوزن الطازج ٠ وتشير كميات الانتاج الى زيادة تدريجية من اصغر الى اكبر المجمعات المطرية لكن الزيادة من ١٢٥ الى ٢٥٠ سم ٢ من مساحة المجمع المطرى كانت طفيفة للغاية ٠ ومع توافر المياه فى المجمع المطرى الذى تبلغ مساحته ١٢٥ م٢ ، فان القدرة القصوى لنمو النبات تكون قد اكتملت ٠ اما نمو النباتات مع عدم وجود المجمعات المطرية فشىء لا يكاد يذكر ٠ وحين تتحول كميات الانتاج بمعدل كل نبات الى كميات انتاجية بمعدل الهكتار الواحد دون مراعاة النباتات الاختبارية فان الصورة تتغير ٠ ان الكميات الكبيرة فى الانتاج لكل النباتات على حدة فى المجمعات المطرية الكبيرة تقابلها الاعداد الكبيرة للنباتات فى كل وحدة مساحة فى المجمعات المطرية الصغرى ، ومن ثم تنتج الكميات المثالية (٣١٢ زرعة فى الهكتار) فى المجمعات التى تبلغ مساحتها ٣١٫٢ م٢ ٠

اما متوسط الكميات السنوية المحققة من هذه المجمعات المطرية فهى ٦٦٠ كجم للهكتار من النباتات الحديثة (٤٠٠ كجم للهكتار من المادة الجافة) وهذا يعادل حوالى (١٦٠ ـ ١٧٠) وحدة تغذية للهكتار و (٤٠ كجم) بروتين للهكتار الواحد ٠ ونظرا لان السهل الصحراوى غير المطور لا ينتج سوى (٥ ـ ٢٠) وحدة غذائية فى الهكتار فان الكميات المحققة فى المجمعات المطرية تمثل زيادة بمقدار (٢٠ ـ ٣٠) ضعف عن القيمة الغذائية الاصلية للمساحة ٠ واذا ما أخذنا فى اعتبارنا النباتات الاختبارية فان الكميات تزيد على ذلك لتصل الى ٣٠٠ ـ ٨٠٠ وحدة غذائية

فى الهكتار اى زيادة أكثر من خمسين ضعفا عن القدرة الاصلية للحمل فى الصحراء الجرداء ٠

ومع ان تجربة زراعة المجمعات المطرية الصغرى لم تكتمل فاننا يمكن ان نستخلص بعض النتائج ونبرز بعض المشكلات الهامة التى قابلتنا فى أثناء عملنا ٠ وفضلا عن ذلك يبدو ان طريقة المجمعات المطرية الصغرى تتيح امكانيات ممتازة لاستغلال المناطق غير الصالحة من هضاب النقب ٠ ان المراعى الصحراوية عادة تكون فقيرة فى البروتين خاصة أثناء فصل الصيف الجاف ، ويمكن ان تكون الاشجار التى تقاوم الملوحة فى المجمعات المطرية الصغرى نباتا رعويا هاما ، ويمكن تطبيق النظام نفسه بحيث يتمشى مع حشائش اخرى ٠ وفى مناطق ذات نسب اعلى من الامطار ، وذات تربات مختلفة ٠ ان تكلفة انشاء المجمعات المطرية الصغرى منخفضة للغاية (ما بين ٥ دولارات الى ٢٠ دولارا فى الهكتار) وهذا يتوقف على حجم المجمع المطرى ٠ ان العائد السنوى لمتزايد من ١٦٠ وحدة غذائية فى الهكتار يعوض تكلفة الانشاء خلال سنتين او أربع سنوات ٠

ولا زالت المشكلة الحرجة هى الحجم الامثل للمجمع المطرى الصغير لكل نوع من الانواع ٠ ومن الواضح ان هذا المقياس نسبى لا بالنسبة لكل نوع فحسب بل بالنسبة للبخر ونوعية التربة وانحدار السفوح المائلة او ما يسمى (بالميل الانحدارى) ٠ ولابد ان نتكلم عن كل هذه الامور ٠ وثمة مشكلات اخرى تتصل بالعمق الامثل والحجم الامثل للحوض بالنسبة لحجم مساحة تجميع المياه ، وهذه العوامل بالغة الاهمية ، لانها تحدد فيما تحدد حجم المساحة السطحية التى يغمرها السيل ، وحجم عمود المياه وعمقه فى التربة ، وهذه بدورها تؤثر على الوقت الذى تمتلىء فيه التربة التى تحتوى على الجذور بالمياه ٠ وتتأثر التربة وتهوية الجذور تأثرا سلبيا سيئا ٠ ان معرفة هذه العوامل قد تؤدى الى انماط مختلفة من انشاء الاحواض وتوزيع مواقع الاشجار داخل الحوض ، كما قد يظهر احتمال زيادة حجم تصريف المياه المطرية باختراق سطح التربة فى المجمعات المائية الصغرى بأساليب مختلفة ٠

الفصل السادس عشر

تأقلم (تكيف) النباتات مع الظروف الصحراوية

(١)

لو ان الانسان والحيوان تركت لهما حرية الاختيار لاستطاعا تجنب البيئة الصحراوية بقسوتها وحرارتها وجفافها سواء بهجرتها ، او بالاختفاء فى الملاجىء ، او بطلب الاحتماء بأى ظل ، لكن النباتات لا تستطيع ان تفعل ذلك فهى مغروسه فى الارض . ولا يمكن لها الهروب من الظروف التى تولد فيها ، ومن ثم فان النباتات الصحراوية تتعرض باستمرار للتأثير الكامل لاقسى الظروف الخارجية ، ولا بد أن تتأقلم وان تتكيف معها . وقد تكون اشكال التكيف موفولوجيه (اى تتعلق بالشكل الخارجى) او فسيولوجيه او سلوكية فى طبيعتها . وكلما ازداد التنوع بين النباتات فى الموطن الواحد ، ازدادت القابلية الفردية للتنوع فى الاستجابه للتأقلم مع كل بيئة . ونتيجة لذلك فان نباتات الصحراء تبدى مرونه غير عادية فى التركيب ومرونه فى العمليات النباتية الفسيولوجية التى تعكس اقصى تغيرات فصلية فى درجات الحرارة والرطوبه فى البيئه .

اما التكيف الاساسى الذى لابد ان تقوم به النباتات الصحراوية فهو التكيف مع ندرة المياه . ومع ان المياه تكون عادة هى العامل المحدد للنمو فى الصحراء فهنالك فترات قصيرة متغيرة ومواقع محددة تتوافر فيها المياه بكميات غزيرة . وقد كيفت بعض النباتات الصحراوية نفسها مع قصر مدة هذه الفترات ، وللمناطق الخاصة التى تتجمع فيها مياه التصريف المطرى ولو كانت الامطار شحيحه . ولما كانت قابلية التغير للأمطار من عام الى عام كبيرة جدا (انظر الفصل الرابع) فلا بد ان تكون النباتات قادرة على ان تصمد لسنوات الجفاف مع الامطار القليلة او بدون امطار ولا بد ان تستجيب لهذا التحدى بأساليب مختلفه كما ان ارتفاع نسب الملوحة ودرجات حرارة البيئة يؤدى دورا فى حياة النباتات الصحراوية ، ومن ثم تجعل تكيفها لضغوط الرطوبه اكثر صعوبه .

ويعانى النبات من نقص الرطوبة بطريقتين : فقد لا يكون هناك قدر كاف من المياه فى التربة المتاحة للنبات اى المياه التى يستطيع النبات امتصاصها من خلال جذوره (جفاف التربة) .

وقد يفقد النبات كمية كبيرة من المياه بمعدل الوحدة الزمنية من خلال عملية النتح أكثر مما يمكن لجذوره تعويضه من التربة خلال ذات الوقت ، ولو كانت التربة نفسها تحتوى على قدر كاف من الرطوبة . (الجفاف الجوى) ، او عندما تضطرب التفاعلات التى تنظم للنبات فقدان المياه (عملية النتح) وتضطرب عملية نقل المياه . وفى اى حالة من تلك الحالات يتأثر النبات مما يؤدى الى اضطراب العمل الطبيعى لكل العمليات النباتية .

ولا يمكن ان نناقش هنا بالتفصيل كيف يمكن لهذا الاضطراب المائى ان يسبب الضرر او الموت ، ويكفى هنا القول بان بروتوبلازم الخلايا النباتية لا يعمل بشكل طبيعى الا اذا تشبع بالمياه . وعلى سبيل المثال : انه من بين الوظائف البروتوبلازمية الحيوية التى تضطرب اضطرابا تاما بسبب الجفاف عملية التركيب الضوئى اى القدرة الخاصة للنبات الاخضر على اتباع الكربوهيدرات (النشا أو السكر) باستخدام ضوء الشمس كمصدر للطاقة ، والمياه وثانى اكسيد الكربون كمواد اولية . ويبدأ الاجهاد المائى سلسلة من التفاعلات : اجهاد مائى ، وترطيب غير كاف للخلايا ، واضطراب فى عملية التركيب الضوئى ، وانتاج غير كاف للكربوهيدرات ، وتكوين غير كاف للمادة العضوية المطلوبة لحفظ الحياة والنمو مما يؤدى الى الضرر او الموت للنبات .

والمسألة الرئيسية التى نطرحها على انفسنا هى كيف يمكن للنباتات الصحراوية ان تحمى نفسها او تحصن نفسها اخطار الاجهاد المائى او الجفاف ؟ وللاجابة على هذا السؤال يجب ان نطرح بعض المفاهيم والمبادىء : اننا نسمى كل النباتات التى تنمو فى المناطق الجافة باسم النباتات الصحراوية الجافة ، وعلى اساس تفاعلها العام مع ظروف الجفاف يمكن تقسيم النباتات الصحراوية الجافة الى ثلاث مجموعات رئيسية : نباتات قادرة على التجفيف ، ونباتات نشيطة خلال موسم الجفاف ، ونباتات خاملة خلال موسم الجفاف ، وهذا التصنيف مصطنع ككل التصنيفات ، اما فى الواقع فان سائر الانواع الوسيطة توجد بين المجموعات الثلاث .

ولندرس ، أولا المناطق النباتية الرئيسية فى صحراء النقب . ان السطح المتنوع

الشكل للنقب فضلا عن تفاصيله السطحية يحتوى على مناطق نباتية مختلفة. فكل صدع صخرى ، وكل حجر يخلق ظروفا بيئية جديدة وخاصة ، وقد تضم مملكة نباتية كاملة من الطحالب . على انه اذا اهملنا هذه المناطق الجزئية للكائنات الدنيا فان اهم مواطن للنباتات العليا والمجموعات النباتية يمكن تصنيفها الى عدد صغير نسبيا من الانواع .

ان السفر من بير سبع جنوبا الى ايلات خلال موسم الجفاف يتيح لاى مراقب ان يلاحظ على الفور ان العنصر السائد فى النبات فى النقب هى النباتات الخشبية الصغيرة والشجيرات الصغيرة . واصحيح ان الشجيرات والاشجار بشكل خاص تقتصر على الاودية الحصباوية الكبيرة وعلى الحقول الرملية والكثبان . وتنمو الشجيرات القصيرة فوق قمم التلال والمنحدرات والسهول الطفلية وفى الاودية الطفلية الصغيرة . ويكشف الفحص الموثق ان كل موقع من هذه المواقع الذى يتميز بنسبة رطوبة خاصة وظروف املاح خاصة – يعتبر موطنا خاصا له مملكته النباتية المميزة .

وهناك ستة مواطن اساسية فى هضاب النقب هى : قمم التلال ، المنحدرات والسفوح ، والسهول الفيضية ، والمنخفضات فى السهول الفيضية ، والاودية الطفلية والاودية الحصباوية . اما فوق قمم التلال المكونة فى معظمها من الصخور او صخور الهامادا المتراكمة (انظر الفصل الخامس) فنجد شجيرات قصيرة هى شجيرة "Bean Caper .." وهى النوع السائد فى المجموعة النباتية المؤلفة اساسا من الشجيرات القصيرة . اما الجذوع الخشبية منخفضة الفروع لهذه الشجيرات فتحمل اوراقا فاتحة الخضرة ، تتألف من سويقات اسطوانية ذات نصلين كثيفين اما المنحدرات المكونة من صخور (الهامادا) فيقدر تعرضها او انكشافها فهى تغطى سواء بمجموعة الشجيرات القصيرة او باى شجيرات اخرى قصيرة اما فى السهول الطفلية فنجد ان شجيرة قصيرة اخرى دون اوراق تسود ، ويختلف نبات الاودية الطفلية اختلافا كبيرا عن نبات قمم التلال والمنحدرات ، فهناك نجد ان النبات او الغطاء النباتى يتسم بالكثافة والتلاصق ويختلف اختلافا كبيرا عن الغطاء النباتى المخلخل المتناثر فوق المناطق الاخرى . وتسود هذه الاودية الطفلية ثلاثة انواع من الشجيرات القصيرة هى الشجرة الملحية باوراقها الخضراء الرمادية ذات الطعم المالح الصالحة للأكل ، وشجيرة اخرى يستخدم لحاؤها لصنع الحبال ، وشجيرة المكنسة البيضاء التى تغطيها تماما فى فصل الربيع الزهور البيضاء والتى لها اروع المناظر فى النقب . اما حوافا ودية

الحصباء الفسيحة فتضم نفس المجموعة النباتية وان كان هناك فى المعتاد غطاء نباتى دائم محدود فى منتصف احواض الاودية بسبب نشاط عوامل التعرية المدمر الناتج عن السيول . وفى هذه الاودية نجد الاشجار ، ففى هضاب النقب نجد شجرة الفستق الاطلنطية ، وفى جنوب النقب نجد انواعا عديدة من الاكاشيا .

ان العامل الحاسم المؤثر والمسئول عن التنوع الكبير فى الغطاء النباتى فى تلك المناطق هو نظام المياه الخاص بكل منطقة فكمية المياه المتاحة للنباتات فى نهاية الموسم المطر المتوسط (١٠٠ – ١٣٠ ملليمترا من الامطار) يختلف اختلافا كبيرا بالنسبة لكل موطن . فقمم التلال والمنحدرات التى تبلغ كمية مياهها (١٠ – ٢٠ مم) ، (٢٠ – ٥٠مم) على التوالى من المياه المتاحة شديدة الجفاف . اما السهول الطفلية فهى ذات اهمية خاصة ، اذ نجد على النقيض من قمم التلال والسفوح ان التربة التى يحتمل تشبعها بالرطوبة شديدة العمق ، وبالرغم من ذلك فحينما تتلقى هذه السيول مياه الامطار فقط فان عمق التشبع بالمياه يكون ضحلا للغاية ، كما ان الطبقات التى هى أكثر عمقا من (٣٠ – ٥٠ سم) تتسم بالجفاف الدائم . ولكن عند ظهور منخفض تضاريسى وعند تراكم مياه التصريف الطرى تخترق المياه التربة لتصل الى الطبقات التى هى أكثر عمقا ، ومن ثم فان كمية المياه المتاحة للنمو النباتى اللاحق تزداد . ومن ثم فان الاودية الطفلية ذات كميات المياه المتاحة والتى تقدر بـ (٥٠٠ – ٦٠٠ ملليمترا) من المياه المختزنة فى الامتار الثلاثة العليا من التربة – تصبح بيئة نباتية ممتازة ، اذ تدعم الغطاء النباتى الكثيف والمتلاصق . وكذلك نجد ان الاودية الحصباوية تخزن المياه ، فهى لا تحتوى على أكثر من (١٥ – ٢٠ ملليمترا) من المياه المتاحة لكل متر من العمق ، ومع ان الماء يتسرب حتى عمق خمسة امتار او أكثر فان المقدار الكلى للمياه المتاحة للاشجار والشجيرات ذات الجذور العميقة لا يزيد على (٨٠ – ١٠٠ ملليمترا) وهذه المياه الموجودة على اعماق كبيرة حتى فى موسم الصيف الجاف لا تمثل برغم ذلك حوضا مائيا جافا يقع على اعماق ابعد من ذلك ، بل تمثل المياه (الاحتياطية) او المتبقية) .

ومع ان كمية المياه المتاحة للنباتات هى العامل الاساسى الذى يميز بين المواطن النباتية – فان العناصر الكلية للملح وكلوريد الحديد فى التربات تعتبر عاملا هاما . ويصدق هذا بشكل خاص على التربات ذات القدر المحدود من المياه المتاحة حيث تؤدى نسبة الملوحة العالية الى نقص قدرة النبات على الاحتفاظ لنفسه بالمياه . وتكاد تكون درجة الملوحة معدومة فى الاودية . ومنخفضة نسبيا فى السهول الطفلية . كما ان قمم التلال وطبقات التربة التى هى أكثر عمقا فى المنحدرات ذات درجة عالية من الملوحة . هذا

كما ان درجة ملوحة المياه الجوفية فى وادى عربة تحدد طبيعة النبات .

والى جانب هذه المواطن النباتية الست والتى تغطى اكثر من ٩٠ ٪ من النقب، توجد مناطق قليلة اخرى ذات اهمية خاصة مثل الحقول الرملية فى منطقة (طريب) (انظر الفصل الخامس) والواحات والمستنقعات الملحية والحقول الرملية فى وادى (عربـــة) اما الغطاء النباتى فى الحقول الرملية بين منطقة (ديمونة) وبين جرف الوادى الاخدود (الاخدود الاعظم) فتسوده شجيرات المكنسة البيضاء ونوعان من النباتات الخاصـة ذات الجذوع والسيقان الخالية من الاوراق .

اما السهول الحصباوية فى جنوب النقب التى تمتد عدة اميال كثيرة جنوبى منطقـة ماكتش رامون فتكاد تخلو من النبات بسبب احتواء تربتها الملحية على قدر طفيف جـدا من المياه . ويعثر المرء على النبات فى اماكن متباعدة ، وينمو عادة فى منخفضات صغيـرة محدودة حيث تتراكم مياه التصريف المطرى ، وحيث تكون الظروف الملحية افضل وأنسب .

اما المواطن الوحيدة التى تصل فيها جذور النبات الى حوض المياه فتوجد فـى وادى عربة . وفى تلك المناطق حيث يكون الحوض المائى او الينابيع عذبة نسبيا او قليلـة الاملاح - تزدهر الواحات ذات الغطاء النباتى المدارى . وحين يكون الحوض المائـى على درجة عالية من الملوحة تظهر (السبخات) او المستنقعات الملحية بحيث تكـون مجموعات نباتية تسودها اشجار الطرفاء التى تفرز الملح ، وانواع مختلفة اخرى . وفـى الحقول الرملية الداخلية والكثبان الرملية فى منطقة (عربة) لا يصل حوض المياه المالـح الى السطح الرملى ، ويظل على بعد امتار قليلة تحته .

وسوف نتناول الان انواع النباتات الصحراوية الرئيسية ومدى تكيفها وتأقلمهـــا مع البيئة الصحراوية .

(١) النباتات القادرة على التجفيف :

فى الاودية بعد ايام قليلة من كل سيل شتوى ، ينمو شريط اخضر داكـــن على طول منسوب مياه الامطار المرتفع . وفوق السهول الطفلية تنمو مساحات خضراء مماثلـة حيث تتجمع المياه بعد الامطار . وتتألف هذه الاشرطة والمساحات من طبقة من الطحالب المتناهية الصغر التى تنمو بغزارة بين جزئيات الطفل الدقيقة ، وبعد جفاف التربـة لا يتبقى من الطحالب الا طبقة رقيقة داكنة ، تتحول الى اللون الاخضر مرة ثانية بعـــد

الفيضان او السيل المطرى التالى . لان الانسان يربط بينها وبين وفرة المياه ، ويتوقع وجودها فى المستنقعات والانهار والمحيط ، لكنها تظهر كذلك فى ظروف غريبة اخرى . واذا فحصنا اجزاء من الصوان او الحجر الجيرى من القاعدة الصحراوية لصخور (النهامادا) فسوف نجدها مغطاة فوق سطحها السفلى بطحالب دقيقة خضراء اللون وخضراء مشربـة باللون الازرق . وهذه القشرة احيانا ما تغطى السطح كله ، لكنها لا تكون عادة الا حزاما ضيقا يوازى حواف الاحجار يمكن العثور على الطبقات الطحلبية نفسها على السطح السفلـى لكثير من ادوات العصر الحجرى . وتوجد مثل هذه الطحالب النباتية الصحراوية ، كذلـك داخل فجوات وصدوع صخور الحجر الجيرى (على مسافة ثابتة من حافتها المكشوفــة) وكذلك باعتبارها طبقة مستمرة داخل وتحت السطح المتأثر بعوامل التعرية لبعـــض التكوينات الصخرية . وهذه النباتات الطحلبية المحلية التى تضم انواعا وفصائل جديـدة فى نظر العلم تحتل مركزا خاصا فى بيئة الصحراء ، التى لا تنمو فيها انواع اخرى من النباتات الصحراوية . وهذه الطحالب تعيش داخل بيئة شديدة القسوة حيث تفقد الجزء الاكبـر من جملة مياهها ، وتتعرض للجفاف الجوى لما عز المياه . وعندئذ تصبح خاملـة وتتوقف كل عملياتها البنائية ، وفى هذه الحالة تتناقص درجة تفاعلها مع البيئة ، وهـى من الوجهة الفسيولوجية ، ومن الناحية البيئية شبه معزولة عن الوسط المحيط بها ، ومن ثم فهى تقاوم الجفاف ودرجات الحرارة العالية التى تتحملها دون اى تلف او تأثيـر . ويمكنها ان تبقى فى هذه الحالة فترات طويلة ، فقد ظلت بعض طحالب النباتات الصحراوية من جنوب افريقيا على سبيل المثال جافة مدة سنتين ونصف سنة دون ان تفقد قدرتهـا على الحياة . وعندما تتوافر المياه سرعان ما تمتصها وتتشبع بها وتتحول بسرعة الى النشـاط البنائى الكامل . ان المياه التى تعين نشاط الطحالب تأتى من المطر الذى يسقط علـى التربة مباشرة ، ومياه التصريف المطرى التى تتجمع تحت الاحجار وحتى الندى وبخار المياه الذى يتكثف بين جزئيات التربة وفوق الاحجار . ويمكن للطحالب كذلك ان تمتـص بخار الماء من الهواء مباشرة بدرجة رطوبة نسبية تقدر بنحو ٨٠ ٪ او أقل ، اى انـه لا يلزم ان يكون الهواء مشبعا تشبعا كاملا .

ان هذه الطحالب النباتية الصحراوية ، لا سيما تلك التى تعيش اسفل الاحجار تواجه مشكلة اخرى لابد لها من التغلب عليها حتى تعيش ، ونظرا لان هذه الطحالب كائنات تمارس التركيب الضوئى فهى تحتاج الى الضوء حتى تعيش ، فالاحجار التى توجـد هذه الطحالب أسفلها تكون مائلة ، ومصدر ضوئها الوحيد هو اشعة الضوء التى تتسـرب

جانبيا بين الاحجار وسطح التربة ، وكثافة هذا الضوء ضعيفة جدا . لكن الطحالب متلائمة ومتكيفة مع هذه الحقيقة فهي تستطيع ان تعيش بنسبة مئوية قدرها ١ر ـ ٢ر٠ ٪ من كثافة الضوء النهاري العادي ، ويمارس بعضها عملية التركيب او التخليق الضوئي عند درجة ٥ر٠ وهي أقل من الضوء المنبعث من القمر في حالة التمام (البدر) .

ومن ظواهر التأقلم الاخرى انخفاض الحد الأمثل لدرجة الحرارة لعملية التركيب الضوئي . وهذا الحد الامثل يقع عند نحو (٨ ـ ١٠ ° مئوية) وله اهمية بيئية كبرى ، لأن المطر والندى ودرجة الرطوبة العالية نسبيا في النقب تقترن دائما بهذه الدرجات الحرارية المنخفضة نسبيا وبالرغم من كل هذه القدرات على التكيف ، فان الطحالب تدفع ثمنا باهظا لقدرتها على الحياة في الصحراء ، وهي بيئة تختلف أختلافا كبيرا عن البحيرات والانهار والبحار حيث تعيش معظم فصائل الطحالب ، فطحالب الصحراء تكون خاملة معظم الوقت ، وتقتصر لديها عمليات التركيب الضوئي وانتاج المادة الجافة ، على فترات قصيرة للغاية ، ومن ثم فان النمو والتكاثر كانا شديدي البطء بحيث تبقى طحالب الصحراء صغيرة متناهية الدقة ، ولا يمكن ان تنمو الى احجام كبيرة مثل نظيراتها التي تنمو في المحيطات والتي قد تمتد الى امتار كثيرة في الارتفاع .

اما المجموعة الاخرى من الاحياء الصحراوية القادرة على الجفاف فهي (الاشنة) وهي وان كانت تنمو في كل الزوايا لا تلفت النظر بسبب مظهرها الحقير ، فهي تنمو في الطفل والتربة شديدة الملوحة ، وتنمو فوق الاحجار التي تغطيها بمساحات ملونة ، كما تنمو انواع كثيرة منها فوق صخور الصوان والحجر الجيري ، وتظهر كما لو كانت شجيرات صغيرة متشعبة ، بل انها تنمو كذلك تحت السطح العلوي للصخور وداخل بعض الصخور بحيث تساعد ـ الى حد كبير ـ على تفتيتها . وهذه (الاشنة) في الواقع هي البدايات الحقيقية للنبات ، اذ تنمو في المواطن التي لا تعيش فيها اي كائنات أخرى ، وفي مواقع كثيرة تكون خاملة ، وتمثل العنصر النباتي الوحيد . ولا يصدق هذا على الصحارى الحارة فحسب حيث تندر كميات الندى او الضباب او الرطوبة النسبية العالية للجو خلال بعض ساعات النهار وبعض فصول السنة ، بل يصدق أيضا على أكثر مناطق الارض برودة مثل المنطقة القطبية ، والجبال العالية والصحارى الباردة .

ان نبات (الاشنة) من أبرز بدائع الطبيعة فهي ليست كائنات بالمعنى المعروف

لهذا المصطلح ، فكل جزء منها يتألف من قسمين مختلفين : الفطر ، والطحالب ، اللذين يعيشان معا ، ويعملان معا وحدة واحدة .

وهذا الامتزاج بين الفطر والطحالب يمنحها مجموعة ثنائية من الخواص ، ويمكنها من الحياة في أقسى المواطن والبيئات ، حيث لا يمكن للفطر وحده او للطحالب وحده ان يعيش منفردا . فالفطر ـ وهو كائن غير اخضر ـ لا يقدر على عملية التركيب الضوئي ، ويتلقى مادته العضوية مثل الحيوان من الطحالب التي تقوم بعملية التخليق الضوئي ، والطحلب الذي يحتوي على مادة الكلوروفيل ، ومن ثم يستطيع القيام بعملية التخليق الضوئي ـ يستفيد من هذا الامتزاج . وان هذا النبات او الكائن النباتي المحاط بتكوينات طحلبية كثيفة يجد الحماية من الجفاف السريع ومن الاشعاع الشمسي الحاد .

ان هذه الكائنات النباتية (الاشنة) الموجودة في النقب قادرة على الجفاف وتقاوم الدورات المتكررة من الرطوبة والجفاف . وتدل التجارب العملية الفيسيولوجية على ان احد نباتات الاشنة الصحراوية نبات " الرامالينا " المشبع بالرطوبة شديدة الحساسية للحرارة التي تزيد على نحو ٣٠ ـ ٣٢° درجة مئوية ، وان كانت عند الجفاف تتحمل درجات تزيد على ٨٠ درجة مئوية او أكثر . ونبات (الرامالينا) في درجات الحرارة المنخفضة وعند التشبع بالرطوبة يصبح نشيطا في عملية التخليق الضوئي ، ويستمر في زيادة المادة الجافة حتى عند درجات الحرارة المنخفضة (٨ ـ ١٠) درجة مئوية وذلك بالرغم من تجمد مياهه الداخلية . ولقد اجرى العالم لانج اختباراته على ثلاثة انواع اخرى من هذا الكائن النباتي ووجد ان سلوكها متشابه وهذه الكائنات النباتية (الاشنات) تتلاءم تكوينيا مع درجات الحرارة المنخفضة . وهي في هذا الصدد تتشابه مع الكائنات النباتية للجبال العالية والمنطقة القطبية (والاشنات) تمتص المياه السائلة بسرعة هائلة ، فخلال عشر دقائق يمتص الجسم النباتي السفلي كمية من المياه تصل الى أكثر من ٥٠ ٪ من الوزن الابتدائي به بحيث يستعيد على الفور عملية التنفس ، والتنفس يخلق الطاقة به وهو الخطوة الاولى نحو تجديد النشاط النباتي ، وبعد ذلك تأتي عملية التركيب الضوئي .

كما ان نبات (الرمالانيا) يستعيد حيويته بامتصاص المياه من الجو المشبع بالرطوبة ، حتى بعد شهور عديدة من التجفيف التام في المعمل . وتحتاج عملية التركيب

الضوئى فى نبات (الرماليتا) الى كثافة ضوئية منخفضة مقدارها (١٨٠٠) وحدة ضوئية وعندما تجف (الاشنات) الرطبة تتناقص عملية التركيب الضوئى والتنفس على الفور ، وتصل عملية التركيب الضوئى الى نقطة الصفر حين ينخفض عنصر الماء الى نسبة ٢٠ % وبعد ذلك يبدأ الخمول التام لنبات (الاشنة) ويؤدى الترطيب الى اعادة الحيوية على الفور .

وتساعد هذه المعلومات المعملية على فهم اسلوب حياة (الاشنات) فى ظل ظروف مواطنها الطبيعية . وخلال موسم الجفاف تبدأ الرطوبة النسبية فى الارتفاع بعد الغروب (باستثناء ايام الخماسين - انظر الفصل الرابع) وتبدأ اجزاء المسام فى امتصاص الرطوبة من الجو ، واذا تكون الندى الثقيل خلال الليل فان السيقان تتبلل ، وتتشبع بالرطوبة تماما عند منتصف الليل . وفى هذه الحالة تنشط ، وتبدأ فى زيادة معدل النتح وان كانت عملية التمثيل الضوئى لا تزال غير ممكنة حتى ذلك الوقت .

ومع الزيادة الحادة فى كثافة الضوء وقت الفجر تستعيد السيقان المشبعة بالرطوبة حيويتها لمدة (٤ - ٥ ساعات) وفى يوم القياس كانت كثافة الضوء وقت الفجر قبيل الشروق بوقت قصير (٢٥٠٠) وحدة ضوئية ، ووقت الشروق ١٧٦٠٠ وحدة ضوئية وفى الساعة السابعة (١٢٧٠٠٠) وحدة ضوئية ، ولذلك فمنذ الساعة ٤٫٣٠ صباحا فصاعدا كان هناك ضوء كاف للسيقان المشبعة بالندى للقيام بعملية التركيب الضوئى . وكانت درجة الحرارة فى ذلك الوقت شديدة الانخفاض . وبعد الشروق تزداد درجة حرارة السيقان ، وتبدأ فى فقد المياه من خلال عملية البخر ، وبعد ذلك بساعتين تصبح جافة بتأثير الهواء . وخلال عملية الجفاف تنخفض سرعة التركيب الضوئى حتى تتوقف ، وتدخل (الاشنات) حالة الحياة الكامنة مرة اخرى وقد ترفع درجة حرارتها بواسطة الاشعاع الشمسى حتى درجة ٦٠ مئوية وأكثر ، لكن ذلك لا يسبب اى تلف . واذا حدث خلال الليلة التالية تكوين للندى ، أو اذا ارتفعت الرطوبة نسبيا ، فان الدورة كلها تتكرر من جديد ، واذا لم يحدث فان (الاشنات) تظل خاملة حتى تكرار حدوث الظروف المواتية . ورغم الجفاف الكامل فى الصحراء ، فان هذه الدورات تحدث دائما لان متوسط ليالى الندى حوالى ١٨٠ ليلة فى السنة (انظر الفصل الرابع) .

وخلال الايام القليلة للامطار والايام ذات الندى والرطوبة العالية نسبيا فى موسم الامطار تظل السيقان مشبعة بالرطوبة لفترات اطول ، وتستمر عملية التركيب الضوئى خلال اليوم عدة ساعات ، وان كان تكوين السحب بشكل عام يخفض من منسوبها

ومستواها . وفضلا عن ذلك فان قدرة (الاشنات) الصحراوية على عملية التخليق الضوئى حتى عند درجات الحرارة المنخفضة - ذات اهمية بيئية فى فصل الشتاء ، لان درجات الحرارة خلال الليالى غالبا ما تهبط تحت درجة التجمد (قمنا بقياس درجات الحرارة حتى درجة ٧° مئوية) ودرجات الحرارة وقت الفجر والشروق تتفاوت بين - ٢ درجة مئوية و ٤° مئوية وغالبا ما يكون الحد الاقصى خلال أيام الشتاء تحت درجة ١٠° مئوية .

وبسبب دورات الحياة والخمول او دورات النشاط والسبات فان (الاشنات) مثلها مثل الطحالب - لا تتاح لها سوى فترات محدودة ، تحدث خلالها عمليات التركيب الضوئى وانتاج المادة الجافة ، ومن ثم فان معدل نمو الأشنات مفرط فى البطء حتى فى سنوات المطر الوفير والندى الكثير .

اما النباتات العليا التى عادة ما تكون قد فقدت قدرتها بشكل عام على الجفاف دون تلف . فلابد ان تكتسب خلال تطورها تفاعلات او فعاليات اخرى تتيح لها ان تبقى نشيطة خلال السنة كلها او على الاقل خلال فصل المطر . ان معدل نموها - كما سوف نرى - يعادل مئات المرات معدل نمو الطحالب النباتية الصحراوية والاشنات الصحراوية مما يمكنها من زيادة وزنها ، والتحول الى شجيرات بل والى اشجار .

(٢) النباتات النشيطة خلال فصل الجفاف

ان النباتات التى تبقى نشيطة خلال فصل الجفاف قد استجابت لتحدى الصحراء باتبكار وسائل للاحتفاظ الدائم بحد ادنى من المياه الداخلية لترطيب اجزائها حتى حين تقل الرطوبة النسبية فى الجو عن ١٠ % لكنها فى ذلك تواجه مشكلة ، اذ انه لما كانت هذه نباتات خضراء ، وتحتوى على مادة الكلوروفيل الذى لا يمكن لعملية التمثيل الضوئى ان تحدث بدونه - فانها تمارس عملية التمثيل الضوئى مثلها مثل الطحالب النباتية الصحراوية الخضراء والعناصر الطحلبية فى (الاشنات) . ومن ثم فهى تحتاج الى ثانى اكسيد الكربون للنبات كله . اما النباتات موضع البحث حاليا فان لها جهازا أكثر تخطيطا مزودا بجذور لامتصاص المياه من التربة ، وأوراق خضراء لعملية التمثيل الضوئى ، وسيقان لتوصيل المياه الى الاوراق ، وتحتوى الاوراق على انسجة خاصة تتألف من خلايا خضراء تقوم بعملية التمثيل الضوئى . وهنالك قشرة عليها ، وقشرة سفلى لا لون لها تغطى هذا النسيج لتحمى الورقة من فقدان المياه فى الجو .

وهذه القشرة تحتوي على فجوات تتكون من خلال حركتها في فتح او اغلاق الفجوات في القشرة الخارجية. وبهذه الطريقة تنظم الفجوات تبادل الغاز بين داخل الورقة والجو. ولابد لثاني اكسيد الكربون اللازم لعملية التمثيل الضوئي بواسطة الخلايا الخضراء داخل الورقة ان يمر خلال الفجوات حين تكون مفتوحة. ولكن عندما تكون مفتوحة والهواء أكثر جفافا من داخل الاوراق كما هي الحال دائما في الصحراء - فان الاوراق تمارس عملية النتح اي تخرج المياه في شكل بخار من داخل الاوراق الى الجو. واذا استمرت هذه العملية فان الورقة تتعرض لخطر الموت بسبب الجفاف. ومن ناحية أخرى فعندما تغلق الفجوات لا تفقد الورقة سوى مقدار طفيف من المياه، ولكنها لا تستطيع توفير ثاني اكسيد الكربون لخلاياها الخضراء، كما ان النبات قد يموت نتيجة عدم القدرة على انتاج مادة عضوية كافية. ان كل نبات صحراوي نشيط خلال موسم الجفاف يجد نفسه دائما بين خطر الموت بسبب نقص المياه وخطر الموت بسبب نقص المادة العضوية، ولهذا يمكن اعتبار النتح بالنسبة للعديد من النباتات شرا لابد منه. ويصدق هذا الى حد محدود ولكنه لا يصدق على النباتات الصحراوية الصيفية النشيطة حيث تساعد عملية النتح على عدم ارتفاع درجة الحرارة بواسطة التبريد. ومثل هذا النبات يعرف باسم الحنظل والاوراق العريضة لهذا النبات تقوم بعملية نتح غزيرة، وهذا النتح يقلل درجة حرارة الاوراق الى سبع درجات مئوية او اكثر من درجة حرارة الهواء المحيط. ويستخدم العرب تأثير التبريد بالبخر في تبريد المياه في الجرار والاواني الفخارية ذات الجدران المسامية التي تسمح بتبخير المياه فوق سطحها الخارجي، ومن ثم فهي تخفض درجة حرارتها في الداخل. ان اهمية الحيوية لعملية التبريد بالنتح لحياة نبات الحنظل تظهر وتتجلى بوضوح، وحين تقطع ورقة من النبات خلال قيظ النهار تغلق فجواتها ويقل النتح فيها، وترتفع درجة حرارة الورقة على الفور فوق درجة حرارة الهواء، ثم تموت الورقة على الفور بتعرضها لدرجة حرارة عالية.

اما النباتات الصحراوية النشيطة خلال موسم الجفاف فهي تضم الشجيرات العادية والشجيرات الصغيرة، والاشجار، والحوليات الفصلية. ومن الوسائل البارزة التي تستخدمها الشجيرات العادية والشجيرات الصغيرة لتقليل فاقد المياه خلال فصل الجفاف - تقليل مساحة النتح في السطح، وانها تسقط جزءا من جسمها حتى تحتفظ بحياة الجزء الباقي ونشاطه. ويتم هذا بطرق مختلفة. ومع زيادة الجفاف الصيفي فان الشجيرات القصيرة عديمة الاوراق من فصيلة (السرمقيات) على سبيل المثال التي يقوم اللحاء الاخضر لسيقانها بوظيفة النتح والتمثيل الضوئي - تسقط جزءا من اللحاء

كما ان نبات (.... Salt Bush) وهو احد افراد عائلة (السرمقيات) يمكن ان يكون نموذجا لهذا النوع من انقاص الجسم توفيرا للمياه. ان لب الفروع الصغيرة خلال فصل المطر يتألف من اسطوانة وسطى، وتحتوي على حزمات انبوبية تعمل، كما هو الحال في النباتات العليا، باعتبارها انابيب مائية من الجذر حتى البراعم، وباعتبارها قنوات للكربوهيدرات المصنوعة خلال عملية التمثيل الضوئي. وهي كامنة في نسيج الخلايا الكثيفة الجدران، التي تتيح للفرع قوة آلية. اما الاسطوانة الوسطى فهي محاطة بلحاء يتألف من النسيج المائي، ويتألف من طبقات عديدة من الخلايا المائية التي تعمل بمثابة خزان للمياه، ويتألف جهاز التمثيل الضوئي من طبقتين من الخلايا الخضراء والقشور متعددة الطبقات التي تحتوي على الفجوات. وعندما تشح المياه، فان جدران الخلايا الداخلية المحيطة بالاسطوانة الوسطى تتحول الى فلين. وفي نفس الوقت تقريبا يتكون نوعان من الانسجة الجديدة حول الاسطوانة الوسطى. والاسطوانة الداخلية هي القلب الانبوبي الذي ينتج حزمات انبوبية ثانوية جديدة، ونسيجا آليا ثانويا، اما الاسطوانة الخارجية، وهي القلب الفليني فتخلق خلايا فلينية خارجية جديدة. ونظرا لان الفلين غير نفاذ للمياه، فان اللحاء كله يتعطل عن امداده بالمياه، ويجف ثم يسقط، والعقد الصغرى فقط في الاغصان هي التي تحتفظ باللحاء الذي يقوم بعملية التمثيل الضوئي. اما العقد التي تخلو من لحائها الاخضر، فلا يمكن ان تقوم بالتمثيل الضوئي، ونظرا لانها مغطاة بالفلين فهي لا تفقد مياهها بالنتح، وتتم عمليتا التمثيل الضوئي والنتح من خلال جزء صغير من جسم النبات، اي من خلال العقد الصغرى التي تحتفظ بلحائها الاخضر. ان الخفض الفصلي او الانكماش الموسمي لسطح النتح ونقص كمية المياه لكل نبات من النباتات بسبب سقوط اللحاء يعتبر كبيرا جدا، ويساعد الشجيرات القصيرة من عائلة (السرمقيات) على الصمود لجفاف الصيف في حالة من النشاط دون الجفاف الكامل. وحين تتشبع النباتات - صناعيا - بالمياه خلال الصيف او تنمو في المواطن التي تتوافر فيها المياه حتى خلال فصل الجفاف فان تساقط اللحاء يتأخر كثيرا وقد لا يحدث على الاطلاق.

ومن الوسائل الاخرى لتقليل مساحة النتح اسقاط الاغصان كليا او جزئيا. ان كل نباتات عائلة (السرمقيات) التي تسقط لحاءها تعتبر - بدرجات متفاوتة - من النباتات التي تسقط اغصانها أيضا وتقوم نباتات تنتمي الى عائلات اخرى بنفس العمل.

وتعتبر عملية اسقاط الاوراق وسيلة أخرى ابتكرتها النباتات الصحراوية النشيطة عادة خلال موسم الجفاف لتوازن اقتصادها فى المياه ويعتبر نبات (الكنسة البيضاء) مثالا لعملية اسقاط الاوراق ، فهذا النبات ينتج براعم خضراء رقيقة تحمل قليلا من الاوراق سرعان ما تتساقط بسبب اجهاد الرطوبة ، على حين تظل البراعم او الاغصان الجديدة نفسها باقية باعتبارها العضو الوحيد الذى يقوم بعملية التمثيل الضوئى للنبات . وتعمل سائر النباتات الصحراوية الاخرى المشابهة بنفس الطريقة وحين تقترن عملية اسقاط الاوراق باسقاط الاغصان — كما هو الحال فى شجرة (الحرض) المشوكية — فان وزن جسم النبات قد ينخفض بنسبة ٩٠ % او أكثر .

وتسقط بعض النباتات اوراق الشتاء الكبيرة فقط وتحتفظ بأوراق الصيف الصغرى فشجرة (رأس العبد) تحمل فى نهاية موسم المطر اوراقا شتوية ريشية الشكل ، وتسقط هذه الاوراق فى بداية موسم الجفاف ، وتصبح الاوراق المتكونة أصغر بكثير وأقل شبها بالريش فى شكلها مع تقدم موسم الجفاف . اما الاوراق الاخيرة التى تتكون فهى مجرد قشور رقيقة تصبح فى سنوات الجفاف الشديد الاجزاء النشيطة الوحيدة فى النبات . وهذا الانكماش فى التكوين كبير جدا ، ولا تختلف اوراق الشتاء والصيف فى الحجم والشكل فقط بل فى تركيبها التشريحى كذلك .

ولقد ابتكر نبات شجرة Bean Caper وسيلة خاصة فعالة يمكن ان تقلل من سطح النتح حتى نسبة ٩٦ % ومع زيادة جفاف الصيف فهى تسقط النصال الورقية ، بحيث تترك السويقات وخلال هذا الوقت تتعرض السويقات لتغير تركيبى محدد . فالسويقات عندما تحمل نصالها تكون لها قشور رقيقة الجدران ذات طبقة واحدة ، وتكون الفجوات كبيرة ، وتختفى المسطح القشرى ، وبعد سقوط النصال الورقية ، تتمدد الخلايا القشرية ، وتنقسم على نفسها مرة او أكثر ، ويزيد سمك جدران خلاياها الخارجية ، وتتوارى الفجوات اسفل السطح القشرى ، وفى هذه الحالة تصبح حركة خلايا الفجوات محدودة للغاية ، ويتعذر الانفتاح الكامل للفجوة وتنخفض عمليتها انخفاضا تاما ، واذا رويت هذه النباتات ريا صناعيا خلال موسم الجفاف فان سقوط الاوراق لا يحدث او يتأخر كثيرا ، وتتغير السويقات تشريحيا تغيرا طفيفا جدا . ان درجة الانكماش الموسمى للسطح فى عملية النتح تعتبر دالة — الى حد كبير — على ظروف الرطوبة السنوية النوعية ، ففى سنة الجفاف تكون أكثر وضوحا منها فى العام الممطر .

ان انكماش سطح النتح — كما سبق الشرح — يقلل من استهلاك المياه فى النباتات الصحراوية ذات النشاط الصيفى ، وان كان فى نفس الوقت يحد من انتاج المادة العضوية والنمو ، لانه يقصر عملية التمثيل الضوئى على مساحة محدودة . وقد لاحظنا هذا التحديد خلال عدد من السنوات بقياس الزيادة السنوية ، فى طول فروع او اغصان الشجيرات المعدية القصيرة ، وانظر مثالا لذلك الى شجرة Bean Caper لقد نمت النباتات بنشاط اكبر عام ١٩٦٤ عنها فى عام ١٩٦٢ لان كمية المطر عام ١٩٦٣ — ١٩٦٤ كانت كبيرة ، وفى عام ١٩٦١ — ١٩٦٢ أقل بكثير من المتوسط السنوى للامطار . لقد كان جفاف عام ١٩٦٣ أسوأ جفاف تعرضت له المنطقة ، ولم تنم الاغصان على الاطلاق . وخلال عام ١٩٦٣ انتجت النباتات بعض الاوراق لكن نشاطها فى التمثيل الضوئى ، كاد يكفى فقط لحياتها . ولقد ظلت معظم النباتات فوق حد الموت جوعا بقدر طفيف ، ولكن بعضها انهار تحت هذا الحد ، ولم يستطع انتاج هذا الحد الادنى ، ومن ثم فقد ماتت ، وبقيت معظم النباتات القديمة على قيد الحياة على حين تأثرت البذور بالجفاف الشديد .

وقد دلتنا مشاهداتنا كذلك على ان المعدل البطىء فى النمو حتى فى سنوات المطر متشابه لكل الشجيرات الصحراوية القصيرة وهذا يفسر كذلك السبب فى بقائها قصيرة حتى بعد مرور (٢٠٠ — ٣٠٠ سنة) فشجرة Bean Coper بعد ٢٥٠ سنة من النمو لا يزيد طولها على ٥٠ — ٧٠ سم ، ولها قطر تاجى لا يزيد على ٨٠ — ١٠٠ سم وبعد المطر الغزير نحو غير عادى عام ١٩٦٣ — ١٩٦٤ لم يضف نبات Bean Coper الذى درسناه الى طول الساق الذى يبلغ نحو ١٤٧ ملليمترا مضافا اليه الاغصان الموجودة سوى ٢٩ ملليمترا من النمو الجديد الدائم . وانشط اغصان تلك الشجرة لم ينم اكثر من (٥) ملليمترات وهذا فى عام غزير المطر . فهل هذا النمو البطىء سمة تكوينية فى الشجيرات القصيرة او ان هذا نتيجة للجفاف فى الصيف ؟ لقد وجدنا الاجابة على السؤال بان قمنا بالرى فى موسم الجفاف لبعض الشجيرات القصيرة التى تنمو فى منطقة (عبدات) ومقارنتها بشجيرات قصيرة غير مروية تنمو فى ظل الظروف المناخية نفسها . وفى احدى الحالات نمت الساق الرئيسية للشجرة المروية خلال عشرة شهور من ١٩ الى ٤٨٢ ملليمترا باستبعاد نمو عديد من الاغصان الجانبية حديثة التكوين . ويدل هذا بوضوح على انه اذا كانت المياه الكافية متوافرة للشجيرات فان القدرة الحقيقية لنمو النباتات الصحراوية تكون أكبر بمئات المرات من

معدل نموها العادي في ظل الظروف الصحراوية الطبيعية . وفي ظل الظروف الطبيعية ينظم النبات نموه تبعا لكمية المياه المتاحة واذا لم تكن هذه الكمية كافية ، فان النبات يبطيء في نموه ، بل يموت في ظل ظروف ضغوط الرطوبة البالغة الحرج . وهذا الموت جزئيا له جانب هام آخر ، ويحدث غالبا ان النبات كله لا يموت ، بل ان الذي يموت هو بعض الاغصان فحسب ، وتحتفظ بعض الاغصان بمادة التمثيل الضوئي الخضراء التي يمكن ان توفرها المياه المتاحة ، وهذا القدر يكفي للابقاء على حياة قليل من الاغصان . وأحيانا في ظروف الجفاف البالغة الشدة في سنوات الجفاف العظيم لا يعيش بهذه الطريقة سوى غصن واحد من بين العديد من الاغصان . وخلال السنوات التالية قد تستعيد النباتات حيويتها ببطء من البراعم الخاملة ، وهذه ظاهرة رائعة تدل على أنه حينما يكون الموت جزئيا ، فانه يصبح وسيلة للحياة والبقاء .

ان البقاء أو الحياة من خلال الموت الجزئي لا يتحقق الا لان الاغصان الفردية للنباتات تمتلك درجة عالية من الاستقلال الفسيولوجي ، وهي حقيقة اثبتتها سمة أخرى شاذة مشتركة لبعض الشجيرات الصحراوية القصيرة . فالساق الاصلية غير المقسمة للنبات الام الذي ينمو من المحور الاساسي للبذرة يمكن ان ينشطر الى عدة سيقان وليدة ، ترتبط فيما بينها ارتباطا متخلخلا ، او تنفصل عن بعضها انفصالا تاما . وفي ساحة نبات (شجرة Bean Coper) على سبيل المثال نجد ان عملية الانشطار تحدث ، لأنه خلال النمو الشعاعي الثانوي للسيقان فان القلب ـ بدلا من تكوين حلقات خلوية ـ يتوقف عن النشاط في بعض المناطق ، ولا يستمر في الانشطار الا في قطاعات الساق المقوسة او المنحنية التي تنمو شعاعيا ، وتكون شرائح طولية بطول السيقان ومن ثم لا تنمو السيقان سميكة الا في بعض الاجزاء من محيطها ، وتصبح ذات حواف عالية ، ونظرا لان الانسجة تموت في القطاعات التي يصبح فيها القلب خاملا فان السيقان تنشطر الى عدد من الوحدات المستقلة ، لكل منها نظام جذري خاص ، وامداد مياه منفصل ، ولا ترتبط فيما بينها الا ارتباطا متخلخلا عند القاعدة فقط .

ومن الوسائل الاخرى التي تستخدمها النباتات الصحراوية ذات النشاط الصيفي لموازنة اقتصادها المائي التقليل من كمية المياه المفقودة بواسطة سطح النتح وهذا التقليل في معدل النتح (اي المياه المفقودة في كل وحدة سطحية أو وحدة وقتية) .

يمكن ان يكون كبيرا جدا . وفي حالة شجيرات (Salt wood) اوغيرها على سبيل المثال فان معدلات النتح خلال مواسم الجفاف لا تزيد على ٢٧ ٪ و ٢٠ ٪ على التوالي وقد وجدنا ان النباتات الاخرى أقل كفاءة .

وفي بعض الاحوال نجد ان الانكماش الموسمي او الانخفاض لمعدل النتح يرجع الى ان أعضاء النتح في النبات خلال موسم المطر والجفاف ليست متماثلة ، ونضرب لذلك مثلا بشجرة Bean Coper وقد ذكرنا ان هذه الشجرة تفقد نصالها الورقية خلال فصل الصيف ، وان بقية السويقات تتعرض لتغيرات تشريحية كبيرة . وحين يختبر نتح النصال والسويقات غير المتغيرة والسويقات المتغيرة تشريحيا في ظل الظروف البيئية الواحدة فاننا نتحقق بسهولة من المعدل المنخفض للنتح بسبب فقدان النصال والتركيب المتغير للسويقات . ونجد نفس الانخفاض عند مقارنة معدلات النتح في اوراق الشتاء والصيف ، لشجرة (رأس العبد) .

لقد درسنا حتى الان الانخفاض في سطح النتح خلال الصيف ومعدل الترشيح للشجيرات القصيرة التي تنشط خلال موسم الجفاف . ان الاهمية الحقيقية لهذه العوامل لحياة النباتات تتضح ـ كأهم ما تكون ـ اذا حسبنا فقدان مياه النبات كله لكل شهر من شهور السنة ، وعندئذ تتضح الكفاءة العالية للنشاط المزدوج لانكماش سطح الترشيح والانخفاض الموسمي في معدل الترشيح ، والتغير المورفولوجي التشريحي لاعضاء النتح والترشيح . وبعض النباتات تخفض انتاجها من المياه خلال فصل الجفاف بنسب تبلغ ٨٫١ ، ٥٫٣ ، ٢٫٢ ٪ من قيمها الكلية القصوى ، وهي أرقام تدل على القابلية الواضحة للتأقلم لدى بعض النباتات الصحراوية ذات النشاط الصيفي تبعا لظروف المياه في مواطنها ، ويتضح هذا بشكل أكبر لان هذه النباتات مختلفة بعضها عن بعض من حيث التقسيم والشكل الخارجي والتشريحي .

وبالرغم من ذلك ففي ظل ظروف الجفاف القاسية في صيف الصحراء هناك حالات لا تكفي فيها كل هذه الاساليب المبتكرة للنباتات الصحراوية ذات النشاط الصيفي لتنظيم اقتصادها في المياه ، من أجل موازنة الامتصاص والاخراج ، حتى عندما تتوافر المياه المتاحة في التربة . وفي ايام الخماسين التي ترتفع فيها درجات الحرارة الى ٤٠° ، ٤٥° درجة مئوية نجد ان فقدان المياه بواسطة النتح ولو كان هناك قدر كاف من رطوبة التربة فان الامداد من التربة غالبا ما يقصر عن مسايرة معدل اخراج المياه ، مما يؤدي

الى قصور مؤقت على ان الحالة تعالج خلال ساعات الليل ، فالترشيح خلال الليل يكاد يكون معدوما ، لكن امتصاص المياه من التربة يستمر ، ويستعيد النبات مافقده بالوصول الى نقطة التشبع الكامل ، بحيث يكون مستعدا ان يبدأ فى اليوم التالى بميزانية مائية متوازنة داخليا ، ومن ثم فان حالات القصور هذه تكون عارضة ، ولكن مع الجفاف المتزايد ونقص الرطوبة المتاحة فى التربة يتعذر على النبات تدريجيا استعادة الذى يفقده كل يوم والذى يتراكم يوما بعد يوم . وفى دنيا المال عندما نتجاوز حدا الذى سبق تعيينه من قبل ، فان الوان العجز المتراكمة تؤدى الى الافلاس ولكن فى عالم النبات تستطيع معظم النباتات الصحراوية ذات النشاط الصيفى تحمل خسارات مائية هائلة خلال فصل الجفاف دون ان تصل الى مستوى الافلاس ، وهو عامل تدين له تلك النباتات جزئيا بالبقاء فى حالتها النشيطة.

وميزانية اى نظام اقتصادى لها جانبها الدائن وجانبها المدين . ولقد درسنا حتى الان الجانب المدين لاقتصاديات مياه النباتات الصحراوية ، فكيف يبدو الجانب الدائن ؟ اى ماهى موارد مياه النباتات ؟ وكيف يتم استغلال هذه الموارد ؟ لان الندى كمورد للمياه ليست له اهمية للنباتات الصحراوية العليا فهى لابد ان تعتمد على رطوبة التربة المتاحة التى تمتص من خلال الجذور . ان جذور شجرات الصحراء والشجيرات الصغيرة تتكيف اساسا مع ظروف الرطوبة فى المواطن الخاصة بها . ان نظم الجذور حين تنمو فوق قمم التلال والسفوح والسهول الطفلية تكون شديدة الضحالة وهى لاتخترق الى ماهو أبعد من (٣٠ــ ٥٠ سم) وذلك لانه اما ان تكون التربة التى هى أكثر عمقا غير متوافرة ، أو ان تكون الطبقات التى هى اعمق جافة بشكل دائم . وبالرغم من ذلك فان الامتداد الجانبى لنظام الجذور كبير ، ولا يتلاءم مع حجم النباتات ففى الوضع المثالى للنباتات الصغيرة نسبيا لشجرة Bean Capor نجد ان الجذور الجانبية تمتد فى مساحة تبلغ نحو (٤ ــ ٧) امتار مربعة ، على حين نجد ان اجزاء النبات كلها فوق الارض لاتغطى اكثر من ٤ر٠ ــ الى ٥ر٠ متر مربع اما الارقام بالنسبة للنباتات القديمة فقد تصل الى (٣٠ ــ ٤٥) مترا مربعا بالنسبة للجذور و(٥ر١ ــ ٢) متر مربع لاجزاء النبات فوق الارض . ومن ثم فان نسبة الوزن فى النظام الجذرى كله الى وزن الاجزاء فوق الارض عالية جدا ، ومعنى ذلك ان كل وحدة من سطح الترشيح تزود بالمياه من جذور عديدة اكثر من المعتاد فى البيئات غير الصحراوية.

ان الشجيرات التى تنمو فى الاودية الطفلية او الحصباوية حيث توجد المياه فى طبقات اعمق لها جذور تخترق اعماق مترين الى اربعة امتار وأكثر . وبعض هذه الشجيرات على سبيل المثال لها طريقان : الجذور الرئيسية التى تخترق الاعماق ، اما الجذور الجانبية العلوية فهى سطحية ، وتمتد فوق مساحة كبيرة ، وفى الفراغ الكبير نسبيا الذى تعيش فيه جذور كل نبات ، فليس هناك تنافس على المياه بين النباتات الدائمة التى تحتل نفس المواطن وان كانت مثل هذه المنافسة شائعة جدا فى ظل الظروف التى هى اقل جفافا حيث تنمو الشجيرات على مسافات متقاربة.

ولجذور النباتات الصحراوية المختبرة ميزتان او صفتان متناقضتان الى حد ما ، مع المعلومات المعروفة بشكل عام عن الجذور . فالاجزاء القديمة من الجذور التى تتحول الى خشب وتغطى بالطبقات الفلينية تكون جذيرات صغيرة بسرعة هائلة كلما تشبعت التربة المحيطة بالرطوبة ، ومن ثم فان النظام الكلى للجذور هو الذى يمتص الماء لا الاجزاء الصغرى فقط اما الشعيرات الجذرية ــ وهى انشط العناصر فى امتصاص المياه ــ فتغطى الجذور الصغيرة من القاعدة حتى القمة ، وعلى نقيض ماتقوله معظم كتب علم النبات لاتقتصر على مظاهر محدودة وضيق فوق نقاط النمو ، فهى تظهر بعد ساعات قليلة من أول مطر يسقط ، وفضلا عن ذلك فان نظم الجذور فى كل الشجيرات الصحراوية والشجيرات القصيرة معروفة بمرونتها وقابليتها الفائقة للتأقلم والتكيف. على سبيل المثال : نجد ان شجيرة SaltWood تنمو عادة فى السهول الطفلية حيث يكون لها نظام جذرى ضحل ، وان كانت توجد احيانا حول حواف الاودية وعندئذ تخترق جذورها الارض الى اعماق كبيرة.

ومن الاهداف الرئيسية فى محاولتنا تبين كيفية مواجهة النباتات لتحدى الصحراء ــ ان تحدد مصادرها من المياه . ولذلك كنا نقيس على فترات منظمة عناصر المياه فى التربة تحت النباتات باستخدام الطريقة العادية بأخذ عينات عشوائية بالقرب من جذور النباتات وتحليلها بحثا عن المياه . وكان عنصر الرطوبة فى التربة فى أغسطس وسبتمبر عادة مابين ٦ % ، ٨ % من الوزن وفى هذا النوع من التربة فان رطوبة التربة لاقل من ٦ % ، ٨ % غير متوافرة للنباتات ، لان الجذور غير قادرة على استخراج الرطوبة المحيطة بجزئيات التربة واذا كان الندى قد استبعد كمصدر ، فكيف يمكن للنباتات النشيطة صيفا ان توفر المياه الكافية بعد انخفاض رطوبة التربة لاقل من ٤ % ــ ٦ % ؟ ولم نستطيع حل هذا اللغز الا بالتحليل

الميكروسكوب الدقيق فطبيعة التربة فوق قمم التلال والسفوح تحتوى على كمية كبيرة من الاحجار (ومنحدرات صخور (الهامادا) وحين اختبرنا عينات من مقادير متناهية فى الصغر من التربة تحت هذه الاحجار وجدنا انها فى أشد الفصول جفافا لا تزال تحتوى على نسبة ٩ % الى ١٢ % من المياه من الوزن . وتبحث الجذيرات الصغيرة عن هذه الجيوب وتعتبر الموارد الاساسى للرطوبة خلال فصل الصيف ، ولذلك فمن الواضح ان تحجر تربات الصحراء ولا سيما القاعدة الصحراوية له اهمية بيولوجية عظمى لا فى زيادة مقدار المياه المتسربة الى التربة فقط (انظر الفصل التاسع) بل فى خلق مثل هذه الجيوب المائية والحفاظ عليها أيضا . ان الشقوق والصدوع فى القاعدة الصخرية السفلية تمتلىء كذلك بالمياه ، وتخترق الجذور ، وتمتد الى هذه الشقوق خلال فصل الصيف ، وتستغل هذه الموارد .

ان بقاء النباتات الصحراوية وحياتها لا يتوقفان على اقتصادها فى المياه وقدرتها على التمثيل الضوئى فقط بل على قدرتها على تثبيت نفسها فى الوقت المناسب وفى المكان المناسب أيضا وهذا يتحقق من خلال تفاعلات الاستنبات المتعددة للبذور التى كيفت نفسها كذلك مع الظروف الصحراوية الخاصة ، ولعل أبرز مظاهر بحوثنا الصحراوية البيولوجية كانت الاكتشاف التدريجى للتناسق التام بين البيئة والسلوك الاستنباتى ، لقد سجلنا على مدار عدة سنوات وبالتفصيل دورات حياة معظم النباتات التى تنتمى لمجموعات الاشجار القصيرة الثلاث ، وقد تضمن تقدير وقياس استنبات البذور ونموها وموتها وبقائها لعدد من السنين فى قطع أراض مخصصة للملاحظة تبلغ مساحتها مترا مربعا . وقد تلقت بعض القطع مقادير متفاوتة من الرى الصناعى ، وخاصة فى فصل الصيف لمحاكاة المطر الاضافى غير الموسمى بيد ان هذا المطر الصناعى لم يؤد الى استنبات بذرة واحدة من الشجيرات او الشجيرات القصيرة او اى نبات صحراوى آخر حتى عندما كان الرى متوافرا ويبدو انه لا يمكن التأثير على تلك النباتات باستنباتها بواسطة امطار صيفية غير طبيعية ، وهذا نوع من (التكيف) الواضح لما أطلق عليه العالم " بوننج " (التركيب الزمنى للبيئة) .

وفى أسوأ عام للجفاف عام ١٩٦٣ لم تستنبت بذرة واحدة من الشجرة المعروفة باسم شجرة (رأس العبد) وفضلا عن ذلك فخلال العامين السابقين كان المطر أقل من المتوسط فلم يحدث الاستنبات فى المربع الواحد كيفما كان ، وفى المربع الثانى لم تستنبت الا بذور قليلة ، لكن البذور والبذيرات سرعان ما ماتت . ومن ناحية أخرى

فان الاستنبات خلال السنتين المطيرتين (١٩٦٤ - ١٩٦٥) كان طيبا ، واشتمل معظم البذور ان لم يكن كلها ، وبالرغم من ذلك فاننا لم نسجل سنة للاستنبات الجماعى لبذور شجرة (رأس العبد) مميزة للنباتات الحولية الصحراوية . ولكن بسبب المعدل المرتفع للحياة للبذور القليلة نسبيا - ثبتت شجرة (رأس العبد) نفسها بشكل دائم فى قطع الاراضى المخصصة للملاحظة بعد عامين من المطر . وكان سلوك سائر الشجيرات الصحراوية القصيرة الاخرى متشابها .

وتشير هذه الملاحظة الى ان البذور لا تستنبت وتنتج بذيرات تعيش الا خلال سنوات معينة .

ولذلك فان مجموعة فصائل الشجيرات القصيرة النامية يجب ان تتألف من نوعيات تنتمى لمجموعات ذات سن زمنى معين ، مع فواصل زمنية فى العمر بينها . ولقد تأكدت هذه الظاهرة تماما حين حددنا عمر نباتات شجرة (Bean Coper) التى كانت تنمو فوق القطع التى تقدر مساحتها بخمسمائة متر مربع فى الموطن النموذجى . وقد حددنا عمر النباتات بحساب الحلقات الاضافية الحولية فى السيقان اذ تظهر كل سنة حلقة جديدة واحدة . وتشير الفواصل الزمنية بين مجموعات العمر الى سنوات الجفاف عندما كان الاستنبات ضعيفا او ان البذيرات القليلة التى حاولت النشوء قد ماتت . وتشير هذه الملاحظات كذلك الى ان فرص الاستنبات الناجح والبقاء تحدث فى المتوسط مرة ما بين (٥ - ٧) سنوات ، ويبدو ان هذا كاف لتمكين مجموعات الشجيرات القصيرة الدائمة من البقاء غالبة وسائدة فى الموطن الشائى .

ننتقل الان الى الاشجار الصحراوية ذات النشاط الصيفى لأن الاشجار لا تنمو فى الصحارى الا فى المواطن التى بها كمية مياه سنوية كافية ، بحيث تستطيع الشجرة تكوين (كتلة حرجة) كحد ادنى مع الاحتفاظ بها . وهذه المواطن هى الواحات والمستنقعات الملحية ، وبعض الاودية الرئيسية فى النقب . ففى الواحات تصل جذور الاشجار الى حوض المياه الجوفية والطريق من سدوم الى ايلات عبر وادى (عربة) يمر بعدد من مثل هذه الواحات التى تبرز فوق السطح القاحل بقعا خضراء يسودها عدد من الاشجار موطنها الاصلى افريقيا الاستوائية .

واهم هذه الاشجار هى : Tooth brushter وشجرة البلسم المصرية وشجرة (Horse radish tree) ونخيل الدوم وهى واضحة كل

الوضوح ، نظرا لانها على النقيض من جميع اشجار النخيل ذات سيقان مليئة بالفروع وتوجد هذه الاشجار فى هذه الجيوب المدارية بعيدا عن مركز توزيعها بسبب الظروف الجغرافية الطبيعية الخاصة للوادى الاخدودى فى (عربة) حيث ترتفع درجات الحرارة التى لاتقل عن درجة الصفر المئوية كما ان المياه الجوفية المتاحة تتراكم فى بقع معينة، وأحسن وصف لها ذلك الوصف العربى الذى يقول عن نخيل البلح : رؤوسها مشتعلة بالنار لكن أقدامها تسبح فى المياه البارده) .

اما المستنقعات الملحية الدائمة الرطوبة فى الطرف الجنوبى للبحر الميت فهى تظهر كغطاء نباتى مزدهر ، ولا سيما اشجار الطرفاء التى تكون ادغالا كثيفة بأعضائها النحيلة المغطاة بأوراق صغيرة فاتحة الخضرة وفى وقت الازهار نجد ان الازهار البنفسجية الفاتحة تحول المستنقعات الملحية الى حدائق حقيقية ، وتتشبع الارض هنا احيانا بالرطوبة حتى فى موسم الجفاف ، وتستهلك اشجار الطرفاء المياه بسخاء ، لأن جذورها تصل الى حوض المياه المرتفع الملوحة (نسبة ٢٠ % او أكثر من الاملاح) وهى نسبة غير ضارة بشجرة الطرفاء وان كانت سامة لمعظم النباتات لانها على الارجح ذات غدد خاصة تفرز من خلالها فائض الاملاح . ونحن نعرف ثمانية انواع مختلفة من شجر الطرفاء تنمو فى الارض الملحية للبحر الميت ولوادى عربة وبعضها متوطن فى المنطقة .

وهناك بعض الاودية الرئيسية التى تعتبر مواطن اخرى تنمو فيها الاشجار فالأودية العديدة التى تتجه من الشرق الى الغرب فى وادى عربة مليئة بعدد كبير من اشجار (الاكاشيا) الخضراء التى تتناقض تناقضا حادا مع السطح الاصفر المشرب باللون البنى . وهى تنتمى لثلاث فصائل مختلفة والموطن الاصلى لشجرة (الاكاشيا) هو حشائش السفانا فى افريقيا ، وقد انتقلت الى النقب من الجنوب الاقصى ومعدلات النتح فيها عالية جدا بحيث تصل الى درجات قصوى احيانا (٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ ملليجرام) من المياه فى الساعة لكل وزن جرام من الورق) . ويعنى هذا الرقم ان اوراقها تفقد فى ساعة واحدة أكثر من ثلاثة امثال كمية المياه التى تحتوى عليها . ومثل هذه المعدلات العالية فى النتح ليست فريدة فى النباتات الصحراوية ، فلبعض النباتات الاخرى معدلات قصوى تصل الى ٢٧٠٠ ملليجرام فى الساعة .

ولكن بعد قياس جميع نباتات النقب تبين انه ليس هناك سوى اشجار (الاكاشيا) التى تصل الى هذه المعدلات العالية فى منتصف الصيف الجاف على حين يحدث هذا

مع النباتات الاخرى خلال موسم الشتاء المطير . وتختلف اشجار (الاكاشيا) كذلك عن الشجيرات والشجيرات القصيرة فى ناحيتين : الاولى ان معدل الترشيح اليومى لا يدل على حدوث انخفاض فى منتصف النهار خلال موسم الجفاف ، ومعدل الترشيح الشهرى المتوسط يتزايد ، ولا ينقص خلال فصل الصيف ، ويمكن لاشجار (الاكاشيا) ان تقوم بكل هذا ، لانها تستغل أية رطوبة فى التربة فى الاودية الحصباوية حتى عمق عدة امتار ، بما فى ذلك حوض المياه الجوفية ، ومن ثم فان هذه الاشجار مؤشرات طيبة لتوافر المياه طول العام ولوجودها تحت سطح الارض .

وتمتاز اشجار الاكاشيا بسمة اخرى غير عادية فهى دائمة الخضرة ، ولكن ليس بالمعنى المألوف للكلمة ، ففى الصيف بعد تكوين عدة اوراق تسقط اوراقها القديمة وبعض افصانها ، وهذه الظاهرة جزء من تراثها المنقول من افريقيا حيث تسقط الامطار فى فصل الصيف .

وفى مناطق حشائش السفانا تفقد الاشجار اوراقها القديمة خلال فصل الصيف الجاف ، وتنبت اوراق جديدة عند سقوط امطار الخريف ، وقد احتفظت بهذه العادة فى ظل الظروف المختلفة للنقب .

كما ان المنخفضات والاودية الحصباوية فى هضاب النقب ذات المياه الاحتياطية تضم نوعا آخر من الاشجار هى شجرة الفستق الاطلنطية التى تسقط اوراقها فى بداية فصل المطر والبرد ، وعلى خلاف شجرة (الاكاشيا) المدارية - نشأت هذه الشجرة فى الهضبة العالية فى آسيا الوسطى (المنطقة الايرانية الطورانية) ثم تسربت الى النقب من الشمال . وخطوط الحدود الجنوبية والشمالية لاشجار الفستق والاكاشيا تتلامس فى النقب .

وشجرة (Saxaul) اللاورقية من الاشجار الايرانية الطورانية الاخرى ، ومن انواع حشائش الاستبس والصحارى جنوب روسيا وآسيا الوسطى . ولقد وجدت فى النقب وسطا بيئيا خاصا جدا فى الكثبان الرملية الداخلية والحقول الرملية حيث تصل جذورها الى حوض المياه الجوفية .

وهذه المجموعة الاخيرة من النباتات الصحراوية النشيطة صيفا هى الحوليات ذات الموسمين . وعلى النقيض من مئات النباتات الحولية ذات الالوان الزاهية التى

تغطى اراضى الصحراء خلال موسم المطر الغزير ، وتموت فى ابريل ومايو ، والحوليات الشتوية - نجد ان الحوليات الفصلية تبقى حية ونشيطة خلال الصيف ، ولا ينتمى الى هذه المجموعة سوى خمسة أنواع فقط ، وكلها من اسرة (السرمقيات) التى تمتاز فى نواح كثيرة بسمات وخصائص مميزة . ونجد فى النقب ان شجرة (Saltwort) وشجرة (Volkens saltwort) هى أهم الحوليات ذات الفصلين التى هى أكثر انتشارا ، فالشجرة الاولى تعيش فوق سفوح صخور (الهاماده) ومنها تغزو اى بقعة يكون الانسان قد دمر فيها الغطاء النباتى الطبيعى ، وأثار اضطراب التربة . وكلما شيد طريق جديد او تم مد خط انابيب ، او خط سلكى - فان هذا النبات يظهر على الفور بأعداد هائلة ، ويحتل الوطن الجديد ، ولكن بعد سنتين او ثلاث سنوات يختفى ، وتسيطر على المنطقة نباتات اخرى .

اما دورة التطور او النمو لهذين النوعين فتبدأ باستنبات الوحدة المنفصلة فور سقوط المطر الاول ، وتنتج البذيرات زهرة صغيرة ذات اوراق عصارية ، وتبقى فى هذه المرحلة معظم فصل المطر . وفى بداية فصل الجفاف ، حين تموت الحوليات الشتوية تبدأ سيقان اشجار (Saltworts) فى النمو وتسقط الاوراق الشتوية الكبيرة نسبيا ، وتظهر اوراق صيفية جديدة اصغر ، وتصبح متزايدة الجفاف اشبه ماتكون بالقشور او القشريات ، وتستمر السيقان فى النمو حتى شهر سبتمبر ، ومن يوليو الى اكتوبر تزهر النباتات وتثمر ، وتسقط الوحدات المنفصلة الناضجة خلال شهرى اكتوبر ونوفمبر بحيث تكون مستعدة للانبات مع سقوط اول مطر . وهى تتجمع تحت النبات الاصلى (الام) الذى انفصلت عنه بواسطة مياه التصريف المطرى والسيول . وفى نفس الوقت يموت النبات الام .

وفى كل عام كلما رأينا نبات (Saltwort) غير المسلح ينمو فوق السفوح والمنحدرات التى يسودها الجفاف خلال موسم الجفاف البالغ الحرارة ، بدت دهشتنا من جديد ازاء القدرة المذهلة لهذا النبات على النشاط الوفير خلال الصيف ، وهذا أكثر اثارة للدهشة ، لانه على النقيض من السلوك الجذرى لبعض الشجيرات والاشجار ذات النشاط الصيفى فان نظام الجذور انواع اشجار Saltwort محدود وصغير .

لقد ظننا فى البداية ان هذه الاشجار ذات الموسمين مثلها مثل (الاشنات) تستخدم الندى كمصدر للمياه اثناء الصيف وبعد ليلة مفعمة بالندى يشبع النبات كله

بالرطوبة وتمتص الاوراق الرطوبة ، وهكذا فان كميات المياه المتاحة تصبح وفيرة بحيث تتراوح من حد ادنى قدره ٢٠٠ ملليجرام من الندى لكل جرام من الوزن الطازج من النبات الى حد أقصى حوالى ٧٥٠ ملليجرام فى الجرام الوحد من الوزن . واذا لم يتكون الندى خلال الليل فان الرطوبة العالية نسبيا فى الجو تتيح قدرا قليلا من المياه لكننا وجدنا ان الندى الممتص خلال الليل لا يكفى لتغطية فاقد المياه بواسطة النتح او الترشيح أثناء النهار . وكانت أكبر كمية من المياه قمنا بقياسها تكاد تكفى ساعتين من النتح فى الصباح المبكر . وهناك نباتات اخرى ذات نشاط صيفى تمتص الندى ، الا اننا لم نجد انه مصدر هام للمياه .

وكان يمكن ان يكون هناك مصدر مائى آخر ، هو الندى الجوفى ، او التكثيف المائى فى التربة . ويقول العالم (بويكو) ان هذا يحدث فى الصحارى القارية وخاصة فى التربات الرملية ، ونحن لم نمارس هذه التجربة فى ظل ظروفنا ، واذا حدث ذلك ، وكان هذا ممكنا فان كميات الندى الجوفى (تحت الارض) كانت من الضآلة بحيث لم تستطع معداتنا قياسها .

ان مصدر المياه لهذه النباتات خلال الصيف هو نفس الجيوب المائية تحت الاحجار التى تعيش عليها جذور الشجيرات القصيرة وتتشابه تفاعلات الجفاف والحياة الاساسية للحوليات الفصلية . والشجيرات فى نواح كثيرة ، فهى ذات سطح ترشيح صغير فى التكوين ، ولها القدرة كذلك على نقص مساحة السطح الى حد كبير اثناء الصيف ، وينخفض معدل النتح كذلك خلال فصل الجفاف . ومادامت التربة تحتوى على مياه وفيرة فان الفجوات تظل مفتوحة طوال اليوم بحيث تسمح بعملية التمثيل الضوئى كاملة مع فقدان كمية كبيرة نسبيا من المياه وقت الظهيرة . وعندما تشح مياه التربة فان الفجوات لا تتفتح تفتحا كاملا الا فى ساعات الصباح الباكر . وينخفض معدل النتح احيانا الى نقطة اصغر ظهرا .

ومهما تكن درجة التشابه بين الشجيرات القصيرة والحوليات الفصلية فى هذه السمات فهى تختلف اختلافا كبيرا فى الانبات وفى ذبول البراعم الصغرى .

ورغم اوجه الشبه بين الشجيرات القصيرة والشجيرات الحولية ذات الموسمين فانها تختلف كثيرا من حيث الانبات ونمو البذيرات . وفى بعض السنوات تنبت الوحدة

المنفصلة للشجرتين نموا كثيفا حين كانت الظروف مواتية . وخلال أسوأ سنوات الجفاف يحدث بعض الانبات وبالرغم من ذلك فقد كانت دهشتنا بالغة عندما سجلنا انه عند انبات عدد كبير من الوحدات المنفصلة كان معدل ذبول البراعم مرتفعا . ووصلت قلة من النباتات الى مرحلة النضج ، وكونت وحدات منفصلة جديدة . وعلى سبيل المثال فى عام ١٩٦٥ سقطت امطار مقدارها ١٦٢,٨ ملليمترا خلال موسم المطر ٦٤ ـ ١٩٦٥ فنبتت أكثر من ٣٠٠ وحدة منفصلة فى مربع واحد ، لكن سرعان ما ماتت كل هذه النباتات على النقيض من الوضع فى العام السابق ، حين عاشت كل البراعم التسعة التى كانت قد نبتت ، ويرجع ذبول كل هذه البراعم فى موسم ٦٤ ـ ١٩٦٥ الى التنافس على رطوبة التربة بين البراعم (الحنا بعضا مع) لاتوجد منافسة كبيرة بينها ، وكما هو الحال مع شجرة (راس العبد) فان الامطار الصناعية الصيفية ، لم تساعد على انبات برعم واحد .

وهناك بعض النقاط الاضافية الهامة الاخرى التى تتعلق بالانبات للحوليات ذات الفصلين تحتاج لمزيد من المناقشة . وتعتمد حياة الانواع الحولية على خواص الانبات للوحدات المنفصلة بأكثر مما تعتمد عليها النباتات الدائمة . وذلك لان دورة الحياة الخاصة لكل منها تبدأ من جديد كل عام بالانبات . وفى ظل الظروف الصحراوية يعتبر الانبات أحرج فترة فى دورة حياة النباتات الحولية . ان المعرفة الفسيولوجية والايكولوجية (اى الظروف البيئية) للانبات ضرورية لفهم اسلوب قدرة هذه النباتات على الحياة .

ان الوحدات المنفصلة لشجرة (Saltwort) غير المسلحة تحتوى فى أجزائها الخارجية على مادة تعوق عملية الانبات ، وهى مياه مذابة ولا بد من غسلها وترشيحها قبل ان تنبت الوحدات المنفصلة ، وهى تقوم بهذا العمل عادة بنفس الجودة فى الضوء او الظلام فى درجة حرارة متوسطها من ٥ درجات مئوية الى ٣٠ درجة مئوية .

وعندما تنطلق الوحدات المنفصلة ، او تتحرر من الجزء المعوق فان الوحدات المنفصلة الحديثة الانبات تعطى انباتا بمقدار نسبة ١٠٠ ٪ ولكن مدة حياتها محدودة ، واذا اختزنت فهى تفقد حيويتها او قدرتها على الحياة ، وبنهاية شهر ابريل ينمو عدد محدود فقط ، وبعد مضى عام تكاد تكون قدرتها على الحياة قد ضاعت . والمضامين البيئية فى هذا الصدد واضحة . ان النبات الاصلى يسقط كل الوحدات المنفصلة الناضجة بحلول شهر نوفمبر ، وسوف يقوم اول مطر يتساقط بغسل وترشيح الجزء المعوق بحيث يمكن

للوحدات ان تنبت فى ظل نطاق فسيح جدا من الظروف البيئية التى قد تعقب سقوط الامطار . واذا كانت الامطار الاولى رخات خفيفة ، فان عملية الغسل لن تكون كافية ، ولن تنمو تلك الوحدات ، ويكفل هذا التفاعل ان عملية الانبات لن تحدث الا عند سقوط كميات كافية من الامطار لا لاحداث الانبات فقط بل لكى تضمن درجة معينة من النمو والازدهار للبراعم . وهذا المقياس الداخلى الى جانب فقدان قدرة الوحدات المنفصلة على الحياة يربط عملية الانبات بموسم المطر .

وتتجمع الوحدات المنفصلة فى الغالب تحت النبات الام او الاصلى بسبب وزنها واذا كان النبات الاصلى قادرا على تكوين عدد كبير منها ، فان الانبات الكثيف يحدث عند سقوط امطار وفيرة لكن امكانيات فرص البقاء بين البراعم المتنافسة بالقرب من النبات الاصلى محدودة ، ونظرا لانه قد تحدث بعض السيول اثناء فصل المطر الغزير ، فان بعض هذه الوحدات المنفصلة سوف تنتقل الى المناطق التى لا تكون فيها اشجار Saltwort قد ثبتت نفسها ، وحيثما لا يوجد تنافس بين البراعم والبذيرات وبهذه الطريقة تستعمر هذه الانواع مناطق جديدة ومن ناحية أخرى اذا كان النبات الاصلى قد حاول بسبب الظروف غير المواتية الا ينضج الا قليلا من الوحدات المنفصلة خلال فترة نموها ، فان امكانيات وفرص الحياة للبراعم بالقرب من النبات الاصلى تكون طيبة فى سنوات الجفاف ، ولن تغزو الفصائل الجديدة فى تلك السنوات مناطق جديدة ، بل تبقى فى المنطقة الاصلية .

وقد تعرفنا كذلك على جهاز تكيف آخر فى الشجيرات الفصلية حين لاحظنا ان البراعم التى نمت فى تلك المنطقة قد تراكمت اسفل النبات الام او الاصلى الذابل . وفى تلك السنة ـ بشكل خاص ـ حدثت عملية استنبات بتأثير المطر لاول مرة ، وجاءت فى اعقابها فترة جفاف طويلة ، جفت خلالها كثير من البراعم ، قبل ان تصل جذيراتها الى التربة . ويمكن لهذه البراعم ان تجف فى اى وقت حتى مدة ٢٥ ساعة بعد بدء الامتصاص ، ثم تظل قادرة على استعادة الحياة تماما ، حيث تتوافر المياه مرة أخرى . وعندما يبدأ الجفاف خلال ٢٥ ـ ٢٦ ساعة بعد بدء الامتصاص ، فان البراعم لا تستعيد حياتها . وتتلاقى (نقطة اللاعودة) هذه مع بدء نمو الجذيرات الجانبية . وعلى النقيض من معظم النباتات العليا ، لا يبدأ استنبات شجيرات بنمو (الجذير) بل بتمدد ساق البراعم ، وامتداد الفلقات (ورقات جنينية ترافق بروز الزهيرات) .

(والجزء تحت الكأس) ـ مثله مثل الاشنات ـ قادرة على التجفف مادام الجذير لا ينمو ، وهذه الخاصية ذات فائدة كبرى وخاصة عندما يكون هناك فترة زمنية طويلة بين الامطار . ان البراعم التى تخلو من هذه الميزة وتنبت فوق الارض تموت قبل ان تتسرب الجذيرات الى التربة وتخترقها .

ولقد طورت شجيرة .... Uolken's Saltwort قدرة جديدة على التكيف ، فهى تمتلك نوعين من الوحدات الانفصالية تختلف فى اللون وقابلية الانبات . واحد هذين النوعين اخضر ، ويحتوى جنينه مثل الوحدة المنفصلة لشجيرة (Saltwort) على مادة الكلوروفيل ، والنوع الآخر لونه أصفر لانعدام تلك المادة . ان قابلية الوحدات المنفصلة الخضراء للاستنبات لشجرة Uolken's Saltwort والشجرة الاخرى تكاد تكون واحدة ومتشابهة . لكن الوحدات المنفصلة الصفراء تكون خاملة حتى بعد نضجها وجمعها بقليل ، ولا تنبت حتى عندما تكون كل الظروف مواتية للانبات . فهى تفقد حالة الخمول ببطء مع مرور الوقت وتبقى قابلة للاستنبات مدة طويلة . وحتى بعد خمس سنوات يمكن لها ان تنبت نباتا كاملا فى ظل الظروف المناسبة .

ان وجود نوعين من الثمار له اهمية بيئية كبرى . وعندما تسقط الامطار فان احدى مجموعات الوحدات المنفصلة تنبت على الفور بعد نضجها على حين تبقى الاخرى ، دون انبات كمخزون فى التربة ، ولا تنبت قبل سنة من تكوينها . ان هذا السلوك يقلل من الخطورة على كل النباتات الحولية من حيث توافر المياه للتربة فى بعض السنوات وقت الانبات ، او حدوث جفاف فى السنة التالية مما يعوق وصول البراعم الى درجة النضج والتنافس من اجل دورتها فى الحياة . وبهذه الطريقة تترك بعض البذور لتحاول من جديد عملية الانبات فى موعد لاحق حين تتاح ظروف رطوبة التربة ، وتكون أكثر ملاءمة لحياتها وبقائها .

الفصل السابع عشر

تأقلم النباتات مع الظروف الصحراوية

(٢)

تناولنا فى الفصل السابق نوعين من النباتات الصحراوية : النباتات التى تستطيع تحمل الجفاف ، والنباتات النشيطة خلال فصل الجفاف . وسوف نتناول الان تفاعلات الحياة للنباتات الصحراوية التى لا تكون نشيطة الا عندما تكون الطبقة العليا للتربة مشبعة بالرطوبة ، ومن ثم تصبح خاملة خلال موسم الجفاف .

١ ـ النباتات الخاملة خلال موسم الجفاف :

حين تكون الامطار وفيرة فان هذه النباتات تحول اجزاء من الكثبان وخاصة الاودية والمنخفضات الى مروج صحراوية . ولقد حدث هذا على سبيل المثال فى مارس ـ ابريل ١٩٦٤ حين كانت رطوبة التربة والظروف المناخية مثالية للانبات الكثيف . فقد تحول السطح الصحراوى لفترة قصيرة الى سطح غير صحراوى تسوده النباتات الخولاية الصفراء والبرتقالية والبنفسجية التى اضفت الوانا عديدة على هذا السطح .

وقد امتلأت السفوح بأزهار الزنبق الصحراوية الصحواء المشربة باللون الاصفر كما امتلأت الاودية وسفوح التلال بأوراق صحراوية خضراء .

وهذه الازهار الوفيرة التى نبتت عام ١٩٦٤ لم تظهر بسبب وفرة الامطار فحسب ، بل من التوزيع المناسب لعملية الرشح ايضا حين كانت درجات الحرارة الموسمية تناسب عملية الانبات لكثير من الفصائل النباتية . فالمشاهد الملونة كانت بالرغم من ذلك قصيرة العمر ، وقد انتهت بعد مرور حوالى ستة اسابيع . وفى نهاية شهر ابريل ، جفت الخضرة وعادت الكثبان الى لونها الرمادى والبنى الفاتح والبنى العادى . وفى سنوات اخرى وخاصة فى عام الجفاف عام ١٩٦٢ ، كان الانسان يبذل جهدا خاصا كى يعثر على نبات وحيد من تلك الانواع التى ازهرت بوفرة فى السنوات المطيرة الرطبة . اما فى السنوات ذات الامطار المتوسطة فلا تظهر هذه النباتات او تزهر الا بأعداد قليلة

نسبيا ، حين تستطيع ان تتزامن فترة نشاطها مع ظروف رطوبة التربة .

وهي في بداية الصيف الجاف الما ان تذبل او تفقد اجزاءها الخضراء النشيطة فوق سطح الارض . وهناك ثلاث مجموعات رئيسية من هذه النباتات الصحراوية الخاملة صيفا ، وهي نباتات ذات ابصال وجذور وأعشاب دائمة صغيرة وحوليات شتوية .

ان الابصال او الجذور للنباتات الارضية التي تدفن في التربة وتبقى خاملة خلال فصل الجفاف تحميها من الجفاف والتعرض للحرارة الزائدة طبقات التربة المكونة من الانسجة الذابلة او الفلينية وهي في هذه الحالة الخاملة تحتاج الى قدر طفيف جدا من المياه ، هذا اذا احتاجت على الاطلاق . حتى تعيش ، ومن ثم تتجنب ظروف الجفاف في البيئة . ان الابصال الخاملة للاعشاب الزرقاء في سيناء على سبيل المثال يمكن ان تتعرض لحرارة تصل الى ٨٠° مئوية دون ان يؤدي ذلك الى تلف لها . ومع ذلك فبعد سقوط الامطار الاولى وما أن تتشبع التربة بالرطوبة بالقرب من الابصال والجذور حتى تكون جذورا وجذيرات بسرعة فائقة بعد أقل من ١٢ ساعة من ترطيب الامطار الاولى للتربة حتى عمق ٢ سم ، وتظهر الجذيرات الاولى فوق نبات البردى القصير ، وبعد ساعات قليلة من تخيط شبكته الكثيفة بالطبقة العليا للتربة . ان جذور كثير من النباتات الارضية سطحية الى أقصى حد . وعلى سبيل المثال فان مدى ونطاق الجذور لحشائش سيناء الزرقاء والبردى القصير لا يزيد في عمقه على ما بين (٥ — ١٠ سم) من التربة . بل انه حتى جذور النباتات ذات الابصال والجذور الكبيرة مثل زنابق النقب والازهار الصحراوية الاخرى لا تخترق طبقات اعمق من (٣٠ — ٤٠ سم) وما أن يبدأ تكوين الجذور حتى تصبح الاطراف العليا للبراعم الواقعة داخل الابصال والجذور والتي تحميها طبقات من القشور الجافة — تصبح نشيطة وتبدأ في تكوين اوراق فوق الارض . وتنتج الاوراق مادة غضوية كافية تتيح للابصال أن تنمو ، وتكون بصيلات جديدة او سيقانا أرضية تتمدد وتنمو في مواضع انبات جديدة . وبعد قليل من الوقت تزهر النباتات ، وتنتج الثمار والبذور ، وخلال نشاط النباتات تستخدم المياه المتاحة بسخاء . بمعدل متساو نسبيا مع قليل او مع انكماش في سطح الترشيح .

ولكن حين تصل رطوبة التربة في منطقة الجذور الى درجة الندرة — تجف الاوراق على الفور ، وتبدأ في الذبول ، وتختفي الجذيرات ، وتدخل الابصال والسيقان الارضية الجذرية مرحلة الخمول من جديد .

لقد تعلمنا من عام ١٩٦٣ بعض الحقائق الهامة عن النباتات الارضية في النقب : ان ندرة الامطار في موسم شتاء ١٩٦٢ — ١٩٦٣ لم ترطب سوى السنتيمترات القليلة العليا فقط من التربة ، كما ان الحشائش الزرقاء ذات الجذور الضحلة وحشائش البردى كان لديها ما يكفي من المياه لتكوين اوراق قصيرة العمر ، ولكنها لم تساعد على الازهار . وقد بحثنا عبثا عن زهرة نجم بيت لحم) عميقة الجذور وزهرة زنبقة النقب ، كما بحثنا عن زهرة الخيزران الصحراوي في نفس المكان الذي وجدت فيه من عام سابق تقريبا اوراق خضراء بوفرة فوق السطح ، لكننا لم نجد اي نبات . ولقد اعتقدنا في البداية ان السيقان الجذرية قد ذبلت لكنا بالحفر عنها ودراستها تبين لنا انها كانت حية ، ولكنها خاملة . وبعد ذلك بعام كانت الامطار افزر ، فأصبحت نفس النباتات نشيطة ، وبدت وفيرة وكثيرة . ان تكيف هذه النباتات الارضية (اي النباتات ذات البراعم النامية تحت سطح الارض) مع بيئتها يرجع الى قدرتها على ان تكون نشيطة حين تكون البيئة مواتية ، وان تبقى خاملة ، ولكنها محتفظة بحيويتها لفترات طويلة حين لا تكون الظروف مواتية لنموها . ان سرعة استعادتها للحياة ونشاطها العالي خلال الفترة القصيرة التي تتوافر فيها المياه لجذورها — تعتبر سمة تلاؤمية اخرى تساعدها على استكمال دورة حياتها في الفترة المتناهية القصر التي تتاح لها .

ويحتاج نبات ارضيان الى اهتمام خاص في البحث : احداهما لان تلاؤمه مع البيئة الصحراوية متفرد في بعض النواحي بين النباتات الصحراوية في النقب والاخر لان سلوكه يعتبر لغزا بيئيا . اذ تبدو دورته التطورية غير منسجمة مع الدورة الفصلية لبيئته .

فنباتات البردى القصير تغطي مساحات كبيرة في المنخفضات الطفلية ، وهو اول نبات ارضي ينبت بعد سقوط المطر بحيث يعطي سطح النقب القاحل اول الوانه الخضراء الفاتحة . وترجع سرعة ظهوره الى ان سيقانه الجذرية لا يلزم ان تكون اوراقا جديدة بعد اول مطر ، ومع ان الاجزاء العليا للاوراق تكون قد ذبلت خلال موسم الجفاف السابق — فان قاعدة الاوراق تظل حية . ان النطاق القاعدي الواقع في المللمترات العليا القليلة للتربة — يبقى خاملا خلال فصل الجفاف بحيث تحميه قاعدة طبقات من الاوراق القديمة الذابلة في السنوات السابقة .

وبعد ساعات قليلة من سقوط المطر الاول ، تبدأ خلايا القاعدة الورقية

فى النمو والتمدد ، بحيث تدفع اجزاءها العليا الجافة فوق سطح الارض ، اما الانسجة حديثة التكوين فتصبح خضراء ، وفى هذه الحالة تبدو الاوراق غريبة بأجزائها الدنيا الخضراء التى تحمل انسجة العام الماضى الجافة البنية اللون فى القمة . وبعد ذلك بوقت قليل تتكون اوراق جديدة فى نقاط نمو البراعم . وقد وجدنا فى فصل ١٩٦١ انه حين يكون هناك فاصل زمنى طويل بين سقوط الامطار ، فان هذه العملية يمكن ان تتكرر بواسطة الورقة نفسها خلال فصل النمو . وخلال هذا التفاعل السريع مع الامطار يصبح نبات البردى قادرا على استغلال كل ساعة من الفترة التى تتاح فيها المياه المتوافرة لانتاج المادة العضوية . هذا كما ان نبات " العنصل " يعتبر من النباتات السرمقية وله فترتان نشيطتان خلال نفس العام ، وأول فترة نمو تحدث فى نهاية الصيف الجاف ، حين يبرز النبات سيقان ازهاره الرفيعة التى تحمل الازهار الصغيرة البنفسجية الوردية الباهتة ولا تظهر اوراق فى ذلك الوقت . وبعد تكوين البذور ، يعود النبات الى حالة السبات والخمول اما فترة النشاط الثانية فتبدأ بعد سقوط المطر الاول ، وعندئذ تتكون الاوراق فقط . ولا يزهر النبات وتذبل الاوراق خلال شهرى فبراير ومارس . ويتصرف نباتان أرضيان آخران على الاقل من النباتات الارضية فى النقب على هذا المنوال نفسه .

ويظهر سلوك الاعشاب الدائمة القصيرة اوضح ما يكون فى نبات (الغرنـــوق) الوبرى . وهذا النبات من الاعشاب القصيرة الخاملة صيفا ذات الاوراق المجزأة نسبيا وذات الازهار البنفسجية الكبيرة التى تسهم بوفرتها وغزارتها فى اضفاء الوان زاهية على المنحدرات كلما ازهرت الصحراء وأينعت . والسيقان الخشبية قصيرة جدا ، وتنمو بالقرب من الارض ، ونموها السنوى الدائم فى الطول والسمك لا يكاد يذكر ، ونجد أن سيقان النبات الذى يبلغ عمره عشرات السنين ما تزال متناهية فى القصر . وهى تحمل براعم التجديد التى ترسل اغصانا صغيرة تحمل الاوراق والازهار . وبعد الامطار الاولى ، وتسقط هذه الاغصان الصغيرة فى بداية موسم الجفاف ، ولا تبقى الا السيقان الخشبية الخالية من الاوراق التى لا تظهر بسهولة للعين المجردة وتبقى لتعيش فترة الصيف فى حالة السبات او الخمول . ان الجذور الرئيسية لنبات الغرنوق الوبرى تتعمق أكثر من (٤٠ - ٥٠ سم) فى التربة بحيث تستغل حجما من التربة أكبر نسبيا من اجل المياه . وتنمو بعض الجذور انابيب لحمية تحتوى على نسبة مئوية عالية من المياه والسكر التى أصبحت غذاء مفضلا لدى البدو . وهناك نباتات اخرى فى النقب ، مثل (الغرنوق) ذى اللون الرمادى ونبات Ruptur wort والنبات العطرى الصحراوى تنتمى لنفس

مجموعة الاعشاب القصيرة . ان اقتصاد المياه فى نبات (الغرنوق) والنبات العطرى الصحراوى ظاهرة مثالية تتقى كل هذه النباتات ، كما انها تتشابه باستثناء وجيه هام ، مع نباتات صيفية نشيطة أخرى . ان معدل النتح للأوراق خلال موسم المطر مرتفع ، ولكن ما ان يبدأ جفاف التربة حتى ينكمش سطح (الترشيح) الى حد كبير . ويمكن للنباتات ان تتحمل نقصا عاليا نسبيا فى درجة التشبع قبل ان تفقد اوراقها ، وتدخل مرحلة السبات . وعندما تعجز النباتات نصف المدفونة عن سد العجز المتزايد اليومى فى حاجتها من المياه ، فانها تسقط كل براعمها وسيقانها الصغيرة .

ان استمرار فترة نشاطها دلالة على ظروف الرطوبة المتفاوتة للموطن . وفى السنوات الطيبة نسبيا ، قد تستمر لمدة أربعة شهور على حين قد تكون فى السنوات الجافة مقتصرة على خمسة او ستة أسابيع . وفى فترة النشاط المحدودة لا تتكون الا أوراق قليلة وغالبا ما يتوقف الازهار .

وتمثل الحوليات الشتوية التى تقصر دورة حياتها على موسم المطر المجموعة الثالثة فى النباتات الصحراوية غير النشيطة خلال فصل الصيف الجاف . وفى منطقة البحر المتوسط فى اسرائيل نجد ان النباتات الحولية الشتوية تمثل نسبة ٢٨ ٪ من الفصائل النباتية على حين تمثل ٥٩ ٪ فى منطقة النقب . وفى الصحارى التى هى أشد قسوة ، مثل بعض اجزاء الصحراء الكبرى التى تتعرض للجفاف التام لعدد متتال من السنوات نجد ان النسبة المئوية أعلى ، وقد تكون هذه النباتات هى الوحيدة التى تظهر بعد سقوط الامطار النادرة ، فالشجيرات القصيرة والاشجار والنباتات الارضية (والنباتات نصف المدفونة) من ناحية أخرى قليلا ما توجد فى الصحارى شديدة القسوة ، مما يدل على ان النباتات الحولية الشتوية تتلاءم بشكل خاص مع الظروف الصحراوية وهذه التفاعلات التلاؤمية تختلف فى عدة نواح عن التفاعلات التى تكلمنا عنها بالنسبة للنباتات الصحراوية الاولى ، وجذورها ضحلة فى الغالب وهى محدودة فى امتدادها ، وهى تخفض معدل النتح (والترشيح) بدرجة طفيفة لانها لا تستطيع تقليل سطح (الترشيح) الى اى درجة مؤثرة . وفى أغلب الحالات لا تتحمل اى درجة من النقص فى المياه ، لكنها تمتاز بالقدرة على تنظيم حجمها العام تبعا لظروف المياه فى موطنها . ان نبات زهرة (أريحا) ، على سبيل المثال عندما ينمو فى المواقع شديدة الجفاف يعتبر شديد القصر ، ولا يزيد ارتفاعه على بضع ملليمترات بفرعين او ثلاثة فروع مع قليل من الاوراق وهو يثمر من ثمرة الى خمس ثمرات . وعندما تزيد رطوبة التربة تصل النباتات

الى مابين (١٥ ـ ٢٠) سنتيمترا فى الارتفاع ، ويبلغ قطرها مابين (٢٥ ـ ٣٠) سم ولها عشرات من الاغصان ومئات من الثمرات اما الحجم المتغير فهو مقياس للقابليـة الكبيرة لسرعة النمو فى النباتات الحولية الشتوية ، لان النباتات الصغيرة تمر بـدورة حياتها الكاملة فى وقت أقصر من النباتات الكبيرة . ويعتبر هذا عاملا هاما فى بقائهـا ، لانه فى الموطن الذى تندر فيه المياه نجد ان وقت الظروف المثالية أقصر من الموطـن الوفير المياه .

وهناك سمات وخصائص تلاؤمية أخرى للنباتات الحولية الشتوية ، وهى قدرتهـا على الانبات وانفصال البذو والتى تمكن وحداتها المنفصلة من الخمول لفترات طويلـة فى الارض حين لاتتاح الظروف للانبات ، او تمكنها من الانبات بسرعة حين تكـون الظروف مواتية . وقد دفعتنا هذه السمة الهامة لان ندرس بشكل خاص فسيولوجيـة وايكولوجية (الظواهر البيئية) انبات الحوليات الشتوية الصحراوية . ونورد هنا مثاليـن هما نبات Gymnorrhena ونبات (Winged thormg Spike)

<u>نبات .... Gymnorhena</u>

هو نبات قصير موكب ينمو فوق سفوح صخور (الهامادا) وتربات صخور (الحول) والسهول الطفلية وماشابه ذلك .

وبعد الانبات يكون زهرة صغيرة ورقية تظهر بداخلها ساق صغيرة وقصيرة تحمل عددا كبيرا من رؤوس الازهار المتراكمة ، وعند تشريح نبات كامل النمو تشريحا طوليـا يظهر نوعان من الازهار الداخلية ، رؤوس زهرية هوائية عديدة ظاهرة فوق سطح الأرض محمولة فى أوراق على عمق (١٠ ـ ١٥) ملليمترا من سطح التربة ، وتكون معظم الزهور الهوائية ثمارا صغيرة تحمل كل منها فى ذروتها تاجا من الشعيرات الرقيقـة اما الثمار تحت الارضية فهى اكبر حجما ، ولا تحمل الا زوائد تاجية صغيرة . وفى بداية الصيف يموت النبات الاصلى او النبات الام لكن تبقى الثمار تحت الارض مرتبطة بهـا وقبيل الذبول يتخشب الجذور الرئيسية والساق ، وهى حالة يظل عليها النبات عدة سنوات ، على حين يستمر جذور النبات فى التشبث بالنبات الذابل فى التربة ، وتنبت الثمار تحت الارض من النبات الاصلى الذابل وحين يحدث ذلك سنة بعد سنة ، نجـد نباتات قد ظلت اجيالها باقية فى حزمة واحدة ، بحيث ينمو كل جيل متعاقب من النبـات

الاصلى السابق . اما الثمار الهوائية فتسلك سلوكا مختلفا . وحين تتعرض الحوافـظ الذابلة التى تحمل الثمار الهوائية لدورات متكررة من الترطيب والجفاف ، فان الثمـار تنفصل عن الحوافظ من خلال عملية معقدة . اما الثمار الخفيفة التى تحمل (القابـوس) (الزوائد التاجية للنبات) التى تعمل بمثابة المظلة فتنتقل بسهولة بواسطة الريح .

ويشبه نبات (Gymnorrhena) نبات فولكن انبات الملح ، فى ان النبات الاصلى يكون نوعين من الثمار . ففى حالة نبات gymnorrhena تختلف فى الحجم والوضع فوق النبات الاصلى ، وفى الشكل الخارجى والوظيفة البيولوجية اما الثمار تحت الارض التى لا يمكن فصلها فهى بمثابة وحدة غير قابلة للانتشـار او الانفصال . اما الثمار الهوائية فهى وحدات انتشارية حقيقية . ولكن ذلك ليس هـو الاختلاف الوحيد بين النوعين فى الثمار . وحين ينبت النوعان فى ظل الظروف نفسهـا فهما ينتجان نوعين من البراعم الصغيرة التى تختلف فى التركيب التشريحى والحجـم ، ومعدل النمو . كما ان البراعم تحت الارض أكبر حجما ، وأكثر سمكا وأثقل وزنا مـن البراعم الهوائية . وتثبت التجارب المعملية أكبر مقاومة وأكثر تحملا للجفاف ، وتصمـد امام الاجهاد المائى الذى يقتل مجموعة البراعم الهوائية كلها . وقد اكدت ملاحظاتنـا على الطبيعة هذا الاكتشاف المعملى ، فالثمار الهوائية التى تذروها الرياح تموت كلمـا ظهرت عقبة توقف عملية انتشارها . وفى سنوات المطر القليل يذبل بعضها أو يموت واحيانا كلها على حين تعيش معظم البراعم تحت الارض ، بل انه حتى فى سنوات المطـر الوفير ، نجد ان معدل ذبول البراعم الهوائية مرتفع نسبيا . وفضلا عن ذلك فـان الاجهاد المائى يؤثر فى تكوين الرؤوس الزهرية الهوائية او تحت الارضية كما يؤثر فـى الثمار وفى السنوات الشحيحة ، لا ينبت النبات سوى الثمار تحت الارضية ويختلف نوعـا الثمار كذلك فى احتياجات الانبات وخاصتها بالنسبة الى الحساسية للضوء وللحرارة .

ولخاصيته ثنائية الثمار فى نبات (Gymnarrhena) آثار ايكولوجية (بيئية) هامة ، فالثمار تحت الارضية تكفل حياة الانواع ، لانها تتكون حتـى عندما تكون الظروف المائية غير مواتية ، ولانها تنمو فى مواقع يكون النبات الاصلى فيهـا قد نجح فى استكمال دورته فى الحياة ، ولذلك فان الفرص طيبة فى ان ينجح الجيـل التالى الناتج عن الثمار تحت الارضية فى نفس الموقع الاصلى . وتتكشف جذور النبـات الاصلى عندما تجف ، وتكون شعيرات فى التربة تمتلئ بعد المطر بالمياه . اما الانسجة الجافة الذابلة فهى تمتص وتتشبع وتحتفظ بالمياه بعض الوقت ، ومن ثم فهى تحسـن

الظروف للجيل الجديد ويعتبر الانبات تحت الارض ميزة جديدة لضمان سهولة الوصول الى مياه التربة والحماية من الهجر .

ان الوظيفة البيولوجية للثمار الهوائية التى لم تتكون الا فى السنوات الطيبة تحتل بفضل الانتشار أراضى جديدة للانواع والفصائل ، ان حجمها الصغير ، ووزنها الخفيف ، وامتلاكها للقابوس (الزوائد التاجية) تجعلها متلائمة لاداء هذه الوظيفة . وهناك تجربة لا تنجح الا فى السنوات التى تتوافر فيها رطوبة التربة وظروف الانبات المواتية . بل انه حتى فى السنوات الطيبة فان البراعم التى تنمو فيها الثمار الهوائية لا يمكن ان تثبت نفسها الا فى المواقع المواتية تحت الاحجار فى المنخفضات والشقوق والفجوات التى تتجمع فيها مياه التصريف المطرى ، لانها تنبت فوق سطح الارض ، ولا تتحمل الجفاف . واذا نجحت هنا فانها تنتج جيلا جديدا سوف ينبت بالتالى ثمارا تحت أرضية . وبهذه الطريقة تحتل الفصائل الجديدة موطنا جديدا للنباتات .

اما النبات العطرى الشوكى
Winged thorny Spike ....

فهو ينتمى الى العائلة القوزية وهو نبات متوطن فى منطقة الصحراء العربية . وللوحدة المنشطرة ساق مسطحة ورأس ثمرى مضغوط يحتوى على مجموعة من الثمار وتنمو الرؤوس الثمرية من ازهار تحمل افصانا دقيقة يتوج كلا منها زهرة واحدة . وعندما يكتمل النمو ، وعلى أساس النمو التالى للافصان يكون لكل عنقود زهرى زهرة واحدة فى البداية ثم زهرتان وثلاث زهرات فى المرتبة الثالثة ثم تكون كل زهرة ثمرة وحيدة البذرة ، تبقى محاطة بأربع وراق شوكية تكون ما يشبه الثمرة ومن الوجهة النظرية فكل وحدة انشطارية يمكن ان تحمل لذلك عددا أقصى من الثمرات الشبيهة عددها سبع تحتوى كل واحدة منها على ثمرة واحدة وحيدة البذرة ، لكن معظم الوحدات لا تحمل زوائدها الكاملة ، وفى أقصى الحالات لا تحتوى الا على شبه الثمرة من المرتبة الاولى . وتسقط الوحدات الانشطارية الناضجة من النبات الام الذابل ، ولكن بسبب تراكيبها المضغوطة وأشواكها ووزنها فهى تظل قريبة . ومن جملة (٤٦٤) وحدة انشطارية اجرينا دراسة عليها وكانت قد نبتت فى موطن مثالى للنبات العطرى الشوكى فلم تنم البراعم الوحيدة فى نسبة ٨٥٫٦ ، ولم ينم الا فى نسبة ١٤٫٤ % وحدتان من البراعم ، ولم تلاحظ فى اى وقت أكثر من برعمين اثنين فقط فى كل وحدة ، وان كانت الوحدة الانشطارية تحتوى على (١ ــ ٧) بذرة وكما هى الحالة مع النبات الملحى
unormed Saltwort ....

بمقياسها الداخلى ، فان التفسير يكمن فى وجود مادة تعوق الانبات ، وتحتاج لغسيل وترشيح جزئى قبل بدء الانبات .

وحين قمنا باستخراج البراعم من التربة احصينا ظهور عدد (٤٦٤) وحدة انشطارية وطرحنا ملاحظة محيرة : ان كل بذور الوحدات الانشطارية التى حملت الثمرات الشبيهة بالمرتبة الاولى (٨ % من العدد الكلى) قد نبتت . اما النسبة المئوية الباقية (٩٢ %) من الوحدات التى حملت الثمرات الشبيهة من المراتب الاولى والعليا ــ فلم تنبت الا بذور الثمرات الشبيهة من المرتبة الثانية والثالثة ، على حين بقيت بذور الثمرات الشبيهة من المرتبة الاولى (دون انبات) . ولقد اتاحت لنا التجارب العملية فرصة معرفة تفسير هذا السلوك غير المتوقع . لقد رتبنا الوحدات الانشطارية الموجودة لدينا فى ثلاث مجموعات ، المجموعة الاولى تتألف من وحدات كونت ثمرات شبيهة من المرتبة الاولى فقط ، اما المجموعة الثانية فهى تحتوى على المراتب الاولى والثانية والثالثة ولقد اخذنا الثمرات الشبيهة لتنبت انباتا منفصلا ، ولم تنبت الثمرات الشبيهة من المرتبة الاولى على الاطلاق حين اخذت من الوحدات الانشطارية التى حملت المراتب الثلاث . الا ان نسبة مئوية عالية من الثمرات الشبيهة من المرتبة الاولى التى لا تحتوى الا على ثمرات شبيهة نامية من المرتبة الاولى قد نبتت . اما انبات نفس الثمرات الشبيهة المشتقة من الوحدات ذات المرتبتين فكان يتسم بانخفاض نسبته المئوية لذلك فان قابلية الثمرات الشبيهة للانبات فى مرتبة واحدة من مراتب الوحدات الانشطارية يتحدد بواسطة وجود اوعدم وجود الثمرات الشبيهة من المراتب الاخرى ، وهو عامل له اهمية بيئية كبرى على نحو ما سوف نفسره الان .

ان المراتب الثلاث لوحدة انشطارية واحدة لا تنمو فى نفس الوقت ، فالمرتبة الاولى هى التى تتكون أولا ، ثم المرتبة الثانية ، واخيرا المرتبة الثالثة . وفى سنوات الجفاف فان الاجهاد المائى يرغم النباتات على تحديد نموها كما هو الحال مع كل النباتات الصحراوية . وفى مثل هذه السنوات لا ينجح النبات العطرى الشوكى فى تكوين كل المراتب الثلاث للثمرات الشبيهة وعدد الوحدات الانشطارية التى لا تحمل الا الثمرات الشبيهة من المرتبة الاولى سوف تكون أكبر بكثير منها فى السنوات الصعبة حين تنمو معظم الوحدات الانشطارية الى مرتبتين او ثلاث من مراتب الثمرات الشبيهة ، ومن ثم فبعد سنة من الجفاف سوف تكون معظم الثمرات الشبيهة من المرتبة الاولى قادرة على أن تنبت بسهولة خلال موسم المطر التالى . وبعد عام طيب تحمل معظم الوحدات

الانشطارية ثلاث مجموعات من الثمرات الشبيهة : الثمرات التي تنمو على الفور ، والثمرات التي لا تنمو في العام التالي ، ولكنها تستطيع البقاء والحياة ، والثمرات الوسيطة ، ومن ثم فان احتياطيا من البذور القادرة على الحياة سوف تبقى دائما في التربة ، ولكن هذا جانب فقط من جوانب القصة .

وحين اختبرنا انبات الثمرات الشبيهة والثمار والبذور لمختلف المراتب في ظل ظروف عديدة محكومة من حيث درجة الحرارة والضوء — تبين لنا ان كل وحدة من تلك الوحدات لها احتياجات في الاستنبات مختلفة . ولذلك فان الوحدة الانشطارية التي تحمل المراتب الثلاث للثمار الشبيهة تحتوي على خليط من الوحدات ، ولكل منها احتياجات استنباتية مختلفة وتستجيب بشكل مختلف للضوء ودرجة الحرارة .

وهذه حالة بالغة التعقيد للنبات العطري الشوكي تستحق وصفا خاصا ، لانه الى جانب نبات (Gymnorrhena) يعتبر ظاهرة ومثالا ممتازا للطريقة التي استجابت بها النباتات الشتوية الحولية لتحديات الصحراء . فبالنسبة لهذه النباتات كان الخطر الاكبر — واكثر من الخطر الذي يواجه النباتات الدائمة — يكمن في التغير الهائل في ظروف البيئة من سنة لاخرى ، ومن موطن الى موطن ، وهي تواجه ذلك بامتلاك تنوع أكبر وتغير أكبر او قابلية أكبر للتغير في الشكل الخارجي (المورفولوجي) والاستجابات التطورية والفسيولوجية مما يتيح احتياطيا جاهزا دائما للبذور الحية الخاملة في التربة الجاهزة لسائر الاحتمالات المناخية .

ومن بين السمات التلاؤمية الاخرى للنباتات الشتوية الحولية انتشار بذورها وسوف يكفي مثلان لتوضيح هذه العملية : هما نبات dworf oxge, Peantaga coronopus فالنبات الاول ينمو بوفرة فوق السهول الطفلية لهضاب النقب ، وعند الازهار ينمو عدد من السيقان الرأسية التي تحمل فوقها التيجان الرؤوس الزهرية الاسطوانية . والثمرة أشبه بكبسولة محاطة بأوراق صغيرة ، وهي التي تحيط بها عندما تجف ، وبعد تكوين الثمرة تجف النباتات وتموت ، وتميل السيقان الى ان تلامس الارض ، وخلال الصيف تبقى (الكبسولة) المطبقة غير المتفتحة عند النضج مرتبطة بساقها ولا تطلق البذور . وحين يصب قليل من المياه فوق النبات الجاف فان السيقان بعد دقائق قليلة تنحني الى أعلى الى ان تصبح رأسية مستقيمة وفي نفس الوقت تتجه الاوراق التي تغلف الكبسولة الثمرة الى الخارج بحيث تكشفها تماما . وبعض هذه (الكبسولات) تسقط بحيث تخرج

البذور وهذه التجربة البسيطة التي تناظر سقوط المطر تدل على ان انتشار البذور لا يحدث الا بعد بدء فصل المطر ، وينسجم الانبات مع وقت الانتشار . وقد نقلنا البذور من (كبسولاتها) عند النضج ، وحاولنا حث الانبات في ظل الظروف المناسبة فوجدنا ان البذور تمتص الماء ، لكنها لم تنم في الضوء او الظلام او في درجة حرارة تحت ١٠ مئوية الى ٢٥ درجة مئوية بيد انه لو خزنت هذه البذور لمدة تبلغ (٥ — ٧) شهور او نقلت من (كبسولاتها) في بداية فصل المطر فانها تنمو في ظل الظروف التي فشلت فيها من قبل في حث عملية الانبات ولذلك فقد تجاوزت البذور حد النضج اي انها أصبحت قابلة للاستنبات ، وفي الطبيعة يحدث الافراط في النضج خلال فصل الصيف الجاف ، حين يتعذر على البذور الانبات لعدم وجود المياه ويكاد طول فصل الصيف يكفي لتحقيق عملية النضج التام . وبلوغها مرحلتها النهائية ، وهذا نموذج آخر للتلاؤم الكامل للنباتات الصحراوية مع التركيب الزمني للبيئة " .

اما نبات dworf oxege فله زهيرات ورقية ذات رؤوس زهرية تنبثق من وسطها وتحاط الرؤوس الزهرية بتاج من القنابات (الاوراق في قاعدة الزهرة او ساق الزهرة) وحين تجف النباتات فان الاجزاء المتخشبة للقنابات تنحني الى الداخل ، وتغطي تغطية كاملة رؤوس الثمار التي تحتوي على الثمرات التي تكون بواسطة الزهرات واذا تشبعت القنابات بالمياه او ببخار الماء فانها تنحني الى الخارج وتطلق بعض الثمرات الخارجية ، وتنتشر بواسطة التصريف المطري على حين تبقى ثمرات الوسط مرتبطة بالرأس الثمري . وعلى النقيض من نبات (gymnarrhena) فان الانبات لا يحدث مطلقا في حين تكون الثمار مرتبطة بالنبات الاصلي ، ولا تنمو الا النباتات المنتشرة او المنفصلة فحسب وحين تتوقف الامطار تنحني القنابات مرة أخرى الى الداخل لتغطي بقية الثمار ، وتكرر الدورة مع كل مطر لاحق الى ان تنفصل الثمار القابلة للانفصال . وقد يحدث الانشطار الكامل لكل الثمار في حالات نادرة في عدد من الدورات في كل عام غزير الامطار ، كما انه قد يحدث خلال عدد من سنوات الجفاف . وقد لاحظنا ان نباتات جافة حتى بعد خمس سنوات — لا زالت ذات ثمار مركزية غير منتشرة او منفصلة وقابلة للاستنبات . ونظرا لان الثمار الباقية المرتبطة برؤوسها لا تنفصل الا بالمياه في حالتها السائلة فان القيمة الحياتية العالية لهذا الانشطار المجزأ واضحة ومؤكدة .

وسوف نتناول في الجزء الاخير من هذا الفصل مشكلة هامة ومعقدة تطرحها

النباتات الصحراوية ، وهى أيضا مشكلة ذات تاريخ طويل . ففى عام ١٨٨٤ قام الدكتور " جورج فولكنز " وهو عالم نبات المانى بزيارة الصحراء المصرية العربية ليدرس العلاقة بين التركيب التشريحى والوظيفة الفسيولوجية للنبات والتى كان يعتقد انها أكثر وضوحا فى الصحراء منها فى أى مكان آخر ، بسبب الاهمية الكبرى للمياه فى الصحراء . وفى عام ١٨٨٧ نشر ملاحظاته بوصف بعض التراكيب التشريحية الخاصة للنباتات الصحراوية التى يرى ان هذه النباتات قد طورتها باعتبارها انواعا من الملاءمات الوظيفية مع ظروف الصحراء . ومنذ ذلك الوقت ظلت مناقشة مشكلة القيمة الوظيفية للتركيب التشريحى للنباتات الصحراوية مستمرة دون توقف . فهل هناك تراكيب تشريحية خاصة تمتاز بها النباتات الصحراوية ؟ وماهى القيمة الايكولوجية (البيئية) لهذه التراكيب ؟ اذا كانت موجودة . وماهو نوع ارتباطها بالبيئة الصحراوية ؟ والى يومنا هذا لاتوجد اجابات واضحة محددة لهذه الاسئلة .

على اننا سوف نقصر حديثنا على اعضاء النتح او الترشيح واعضاء التمثيل الضوئى فى النباتات الصحراوية الجافة ، لاننا نعلم الكثير عن تشريح هذه الاجزاء النباتية . ان التركيب الاساسى لاجزاء النتح (الترشيح) والتمثيل الضوئى للنباتات الصحراوية اى الاوراق والسيقان فى بعض النباتات يكشف عن وجود خمسة انواع اساسية ، وهناك كالمعتاد حالات وسطية او انتقالية بين هذه الانواع .

(١) الاوراق والسيقان ذات الشكل الصلب :

وهى تتسم بوجود انسجة مؤلفة من خلايا سميكة الجدران تعطى للاعضاء قوة ميكانيكية ، كما انها تتسم بقشور صلبة سميكة وجدران خارجية للخلايا الداخلية القشرية ونجوات او تغيرات غائرة وأحيانا بقشرة مؤلفة من أكثر من طبقة من الخلايا . والخلايا فى أغلب الاحوال ولا سيما التى تقوم بعملية التمثيل الضوئى أصغر فى حجمها من المعتاد . وأفضل نماذج للشكل المتصلب هى السيقان عديمة الاوراق التى تقوم بعملية التمثيل الضوئى وهذه السيقان عديمة الاوراق موجودة على نفس الخطوط ، دون اعتبار للعائلات النباتية التى تنتمى اليها . وهى تشمل نبات buckwheat واعشاب Soupherb ونبات اللافندر الصحراوى ونبات gnetum ونبات Desert aspargus ونبات berry mignonetti . وهذا التشابه التقريبى فى التركيب التشريحى ليس غريبا لان معظم سيقان النباتات صلبة الشكل فى تكوينها بغض النظر عن وظائف التمثيل الضوئى . وعلى حين تتسم الاوراق بتنوع تركيبى هائل فان السيقان تتبع فى الاساس نفس الاشكال التركيبية . اما العلاقة التشريحية المميزة لسيقان التمثيل الضوئى فهى وجود انسجة خضراء حول محيطها . وفى هذا الصدد لاتوجد الا اختلافات تركيبية طفيفة بين سيقان التمثيل الضوئى عديمة الاوراق للنباتات الدائمة النشاط صيفا ، وبين الحوليات الشتوية حاملة الاوراق والتى تكون سيقانها او سويقاتها حاملة لازهار خضراء فى معظمها ، وتشارك فى عملية التمثيل الضوئى .

اما الاوراق كاملة التصلب فى الشكل ، وهى غير شائعة كثيرا فى النباتات الصحراوية، فهى مقتصرة فى الاساس على الاشواك والنباتات شبه الشوكية وعناصر العائلتين اى الحشائش والاعشاب . وفى هذه النباتات يعتبر الشكل الصلب سمة تكوينية مميزة لاتتوقف على الموطن .

(٢) الاوراق رخوية الشكل :

ان معظم النباتات الصحراوية من الحوليات والنباتات الدائمة والنباتات ذات النشاط الصيفى او الخاملة صيفا - لها اوراق لاتحمل سمة او خاصية واحدة من الشكل الصلب ، فهى تتسم بالقنابات الرفيعة وجدران الخلايا الخارجية للقشور ، وفضلا عن ذلك ، فان الفجوات او التغيرات تكمن فى السطح القشرى ولها خلايا كبيرة وهى ذات انسجة ميكانيكية خاصة وهناك بعض الخواص المشتركة التى لا يوضحها احسن مايكون التوضيح سوى مقارنة تركيبها بتركيب الورقة ذات الشكل الرخوى لشجرة يهوذا وهى من الفصائل الشائعة فى منطقة البحر المتوسط ، وهى ورقة (ظهرية باطنية) اى ان تشريح جزئها العلوى يختلف اختلافا كبيرا عن جزئها السفلى . فالجزء العلوى من نسيج الورقة يحتوى على خلايا عمودية على سطح الورقة التى تحتوى على عدة خلايا خضراء ، ووظيفتها الاساسية التمثيل الضوئى . اما نسيج الجزء او الجانب السفلى للورقة فيتكون من خلايا دائرية اصغر (انسجة اسفنجية) بينها فتحات كبيرة تحتوى على الهواء . كذلك لا توجد الفجوات والتغيرات الا فى القشور السفلية ولا توجد على الاطلاق فى القشور العليا .

ان التركيب التشريحى للاوراق الرخوية الشكل للنباتات الصحراوية مختلف اختلافا تاما . ومع استثناءات طفيفة فهذه الاوراق ليست (ظهرية باطنية) ، ولها فجوات وتغيرات على الجانبين ، وهى سمة مشتركة فى اوراق سائر النباتات الصحراوية

ومنها الاوراق ذات الشكل الصلب . وفى حالات كثيرة وخاصة النباتات المواتية تتألف انسجة الاوراق من خلايا مستديرة متشابهة متناظرة القشور ومن الامثلة على ذلك نبات الاذريون (القطيفة) المصرى . وفى حالات أخرى تتكون الاوراق من خلايا سياجية او محيطية فقط ، كما هو الحال فى نبات .... rupure wort ونبات رأس العبد ، ونبات (Egyption wound) او من سياجات على الجانبين من الورقة مع نوع من النسيج الاسفنجى فى المنتصف كما هو الحال فى نبات desert mignonetto وهناك سائر الانواع الانتقالية بين النباتات المذكورة ، وان كانت هناك سمة بارزة مشتركة فيما بينها . فمع استثناء القشور الخارجية فان الصلة بين خلايا النسيج الورقى مفككة ، فالخلايا تكاد تتلامس والفراغات بين الخلايا واسعة، وفى كثير من الحالات لاترتبط الخلايا فيما بينها الا برباط ضعيف حتى اننا عندما كنا فى بعض الاحيان نقطع قطاعات مستعرضة من أجل دراسة تشريح الورقة تحت الميكروسكوب - كنا ندهش كثيرا لان الخلايا المعزولة تتساقط ، بل ان النسيج الذى يقوم بالتمثيل الضوئى لبعض السيقان ذات الشكل الصلب متشابه او متماثل كما هو الحال فى نبات (desert toadflax) اما الاوراق قصيرة الحياة الخاصة بالنباتات النشطة صيفا ذات سيقان التمثيل الضوئى فهى ذات شكل رخوى كذلك .

(٣) الاوراق العصارية

وتعتبر ورقة Bean Caper) نموذجا طيبا لدرجة العصارة فى الورقة ، وهى تحتوى على قدر كبير من المياه المختزنة فى الخلايا الكبيرة للانسجة التخزينية ذات المواقع المتوسطة ، وهى محاطة من كل الجوانب بخلايا خضراء لتمثيل ضوئى اصغر حجما ، وليس ثمة خط فاصل بين هذين النسيجين . وفى الاوراق العصارية الاخرى كما هو الحال فى نبات (Forshal's marigold) حيث ينفصل النسيجان انفصالا حادا . اما الورقة العصارية المثالية فليس لها اى خواص للشكل الصلب وجدرانها وخلاياها القشرية الخارجية والغايات رقيقة بشكل واضح ، كما ان عدد الفجوات او التغيرات فى كل وحدة من وحدات السطح صغير ومحدود . وهى اما اسطوانية او مسطحة ، ولكنها ذات سمك كبير وفى كلتا الحالتين فان نسبة السطح الورقى الخارجى الى الحجم صغيرة، ونظرا لان الاكثرية العظمى لاوراق النباتات الصحراوية ذات اتجاه عصارى طفيف - فان هذا يصدق على سائر الانواع الى حد محدود .

(٤) الاوراق ذات النسيج الرخوى الشكل والمغطاة بقشور صلبة الشكل :

ومثل هذه الاوراق تبدو سمتكوينية فى معظم النباتات التى تنتمى لعائلة الزنبق . ونسيج الورقة مفكك ومن نفس انواع الاوراق رخوية الشكل . وفى بعض الحالات تتمدد الخلايا وتتوازى مع سطح الورقة ، وللقشور غايات سميكة وجدران خلوية خارجية وتغيرات غائرة .

(٥) السيقان والاوراق ذات القلب العصارى والقشور صلبة الشكل :

ومثل هذا الشكل يعتبر مثاليا او نموذجيا بالنسبة للسيقان ذات التمثيل الضوئى لكثير من عائلة (السرمقيات) وكذلك للاوراق فى بعض الحالات ان السويقات العصارية فى اساسها لنبات (Bean Caper) تنمو خلال الصيف وتكون قشرة ذات شكل شديد الصلابة .

هذه هى المعلومات الاساسية التى يمكن ملاحظتها فى صحارى النقب . فما هى الاهمية او الدلالة الايكولوجية (البيئية) لها ؟ يبدو لنا ان اهم ما فى الموضوع هو انه بغض النظر عن شكل الورقة سواء أكانت اسطوانية ام مسطحة ام ذات شكل وسطى فليس هناك سطح للورقة فى اى نبات صحراوى دون فجوات او تغيرات . ان تركيب ووضع انسجة الورقة على نحو يساعد - عند وجود هذه التغيرات - على قدرة الخلايا الموجودة على القيام بوظيفة التمثيل الضوئى . ومعنى ذلك انه عندما تسمح الظروف المائية ، فان عملية التمثيل الضوئى تكون كثيفة بما يساعد النباتات الصحراوية على ان تستغل بكفاءة الفترات القصيرة نسبيا حين تتوافر الحياة لانتاج المواد العضوية ، بل انه مع النباتات التى يعتبر انكماش سطح النتح فيها دلالة على تزايد الجفاف فان نفس الشئ يصدق على الاسطح الصغيرة الباقية بالنسبة لعملية التمثيل الضوئى . ونظرا لان عملية التمثيل الضوئى تتوقف على مقدار ثانى اكسيد الكربون الممتص من خلال سطح خلايا التمثيل الضوئى ، ولان خلايا التمثيل الضوئى فى الانسجة الورقية لمعظم النباتات الصحراوية ذات ترتيب مخلخل ، فان الخلايا المنفصلة ذات سطح فضفاض يساعد على تكثيف وشدة عملية التمثيل الضوئى . وقد يقول قائل : ان السمات التركيبية التى تعجل بعملية التمثيل الضوئى تزيد فى نفس الوقت من فقدان المياه لكن ذلك لن يصدق الا عندما تكون التغيرات مفتوحة ، ويكون الترشيح (النتح) مكثفا بشكل حقيقى . ان اجراءات النبات المضادة للتقليل من الترشيح قد اشرنا اليها من قبل . وفى كل النباتات الصحراوية باستثناء النباتات العصارية الخالصة يعتبر اغلاق الفجوات او التغيرات شديد الفاعلية

فى خفض فاقد المياه ، لان الترشيح القشرى ينخفض الى أقصى درجة . ان تركيب القشور ذات الشكل الصلب يقلل - الى حد كبير - من ترشيح القشور ، ولكن نظرا لان كثيرا من النباتات ذات القشور غير الصلبة فى شكلها يمكن ان تقلل من الترشيح القشرى بنفس القدر من الكفاءة والفاعلية - فمن الواضح انه ليس سمك القشرة او الجدران الخلوية الخارجية للقشور فقط هو الذى يخدم هذا الغرض ، بل ان التركيب تحت الميكروسكوب والتكوين الكيمائى للقشرة ايضا يحقق نفس الغرض . ونعرف القليل جدا عن هذه العوامل والعمليات بالغة التعقيد .

وللأوراق العصارية احتياطى من المياه تستمد منه احتياجاتها . ان الجدران الخلوية لهذه الانسجة رقيقة ومرنة ، ويمكن ان تنكمش او تتمدد تبعا لما تحتويه من الماء . ورغم احتياطيها من الماء وانخفاض معدل النتح ويعكس الرأى الشائع فانها لا يمكن أن تعتبر اساسا من النباتات التى تقاوم الجفاف .

على ان هذه الملاحظة لا تنطبق على بعض النباتات التى تكون سيقانها عصارية ، وتحتوى على قدر كبير من المياه ، وتحميها قشرة سميكة من النوع الصلب فى شكلها الخارجى .

الفصل الثامن عشر

تأقلم الحيوانات مع الظروف الصحراوية

تبدو الصحراء لمعظم المسافرين عبر النقب فى وضح النهار خالية من كل أثر للحياة الحيوانية . ولذلك فان ظهور اى حيوان فجاة فى مساحات الصحراء المترامية الاطراف ، ووسط هذه البيداء الموحشة التى يسودها الجفاف والعزلة واحراقة الشمس الساخنة - لمما يثير فى النفس احاسيس الدهشة والتعجب . ان الزقزقة الرقيقة لعصفور صحراوى أجاد اخفاء نفسه مما يتيح سماع صوته دون مشاهدته من فوق ذلك السفر الحجرى المنحدر فى يوم قائظ شديد الحرارة ، كما ان الحركة السريعة لاحدى السحالى وسط واد قاحل لم ير المياه طوال عدة شهور ، أو رؤية فار ذهبى اللون يجرى هنا وهناك بين الصخور ، او خنفساء سوداء تتحرك فوق التربة الحارة التى لا يجرؤ المرء ان يخطو فوقها عارى القدمين وكذا رؤية قطع من الغزلان او جمل وحيد يتجول على مسافة عشرات الاميال بعيدا عن اى مصدر للمياه - كل ذلك سوف يحرك مشاعر المشاهد الذى يدرك مدى العجب والغرابة فى وجود حياة حيوانية فى تلك الصحراء . وكذلك لا تقل دهشة العالم الذى يدرس الحياة الحيوانية فى الصحراء وكلما ازداد علما بتلك الحياة ازداد عجبا ودهشة امام الاساليب والطرق التى لا حصر لها والتى تستخدمها الطبيعة لتمكين الحيوانات من الحياة فى تلك البيئة القاسية .

ان حيوانات الصحراء ، مثلها مثل كل الكائنات الحية ، تحمل تراث نشأتها أو أصلها المائى داخل تكوينها الجثمانى ، وتتم كل العمليات الحيائية فى اجسادها داخل بيئة داخلية او وسط داخلى يعتبر فيها وجود حد ادنى من قدر ثابت من المياه ضرورة مطلقة . وتشكل المياه ٦٠ ٪ الى ٧٠ ٪ من اجسام الحيوانات على الاقل فى حالة النشاط . ان الحفاظ على مثل هذا الخزان المائى الكبير فى الجو الصحراوى الجاف الحار يتحدى فيما يبدو قوانين الطبيعة ، ويمثل مشكلة كبرى للحياة الحيوانية فى الصحراء .

واذا اخذنا فى الاعتبار النطاق الضيق الذى تتذبذب فى حدوده درجة حرارة اجسام الحيوانات ، وهو نطاق محدود للغاية فى الحيوانات المتماثلة فى درجة الحرارة (اى تلك التى تحتفظ بدرجة حرارة ثابتة) يقابل تذبذبات درجة الحرارة المتطرفة

البيئة الصحراوية ، فى الواقع ان النطاق الاساسى الذى تحدث فيه عمليات التكيف والتلاؤم للحيوانات الصحراوية هو اقتصاد المياه والتوازن الحرارى وفضلا عن ذلك فان انخفاض انتاجية الصحراء يرغم كائناتها الحيوانية على زيادة نشاطها ، لتوفر لنفسها الطعام الكافى ، ومن ثم زيادة حدة مشكلة المياه وعبء الحرارة .

ان الموقع الجغرافى لاسرائيل عند ملتقى ثلاث وحدات جغرافية حيوانية شاسعة ـ هو مفتاح فهم الاشكال المتعددة للحياة الحيوانية فى النقب ، والتنوع الهائل فى انماط التكيف مع الظروف الصحراوية . ان السطح المتنوع التضاريس فى النقب حاليا ، والتغيرات المناخية فى الازمنة الغابرة والانواع العديدة للتكوينات الصخرية تكون كلها انواعا لاحصر لها من المواطن ، والبيئات المختلفة للحيوانات ذات الاحتياجات البيئية الشديدة التنوع . ان كثافة البيئات المختلفة فى المساحة المحدودة للنقب ، والتى تعتبر العامل الاساسى فى ثروتها من الظواهر البيولوجية بل ـ وأكثر من ذلك ـ تحرك الحيوانات وانتقالها من مكان الى مكان ـ يجعل من العسير تحديد مناطق التوزيع الحيوانى . وعلماء النبات فى هذا الصدد أسعد حظا ، فقد استطاعوا تقسيم النقب الى أقاليم نباتية متميزة لاتتناسب الا بدرجة محدودة مع مناطق توزيع الحيوانات .

ان التحديد الجغرافى الوحيد البارز لتوزيع الحيوانات يجرى بالقرب من الحد الشمالى لمنطقة ماكتش رامون ، ويستمر شمالا نحو منطقة سفوح هاتزرا ثم يصل الى منطقة رحار شمالا . وسوف نطلق على هذه المنطقة من اجل التبسيط اسم " خط رامون " وتصور خرائط توزيع بعض الحيوانات هذه الحقيقة بكل وضوح . ان كثيرا من الحيوانات التى لها نمط توزيع البحر الابيض المتوسط تمتد من أقصى الشمال الغربى حتى هذا الخط ، الذى يعتبر كذلك بمثابة حد للعديد من الحيوانات شبه الصحراوية . وهذا الخط أكثر وضوحا حين نلاحظ توزيع حيوانات الصحراء القاسية التى تعيش فى منطقة جنوب شرقى هذا الخط .

وان مايصدق على الحيوانات الفقرية يصدق كذلك على كثير من الحيوانات اللافقرية . ويمكن ان نأخذ مثالا لذلك القواقع البرية . ان وجود القواقع البرية فى الصحراء فى حد ذاته يعد مبعثا للدهشة للسائح الزائر . وهناك نوعان مميزان منها : احدهما القوقع

الصحراوى الذى يغطى احيانا قمم الشجيرات القصيرة بكثافة تبدو مع النباتات كما لو كانت تحمل براعم بيضاء كبيرة ، وموطن هذه القواقع البيئات الرملية شمال غربى خط رامون . اما النوع الآخر فهو القوقع الصحراوى الابيض الذى تغطى اصدافه البيضاء الترسبات الطفيلية والسفوح الصخرية لنفس المنطقة . وهناك انواع عديدة من القواقع لها نفس التوزيع وهناك عدد قليل جدا ومحدود من القواقع البرية التى تخترق خط التحديد فى اتجاه الجنوب الشرقى ، ثم تختفى بعد ذلك ، نحو منخفض (عربة) .

ومما يثير الاحساس المفرط بالدهشة ان ترى نفس البيئة فى الشمال الغربى والجنوب الشرقى لخط الحدود تسكنها حيوانات مختلفه . ومن الامثلة الجيدة لذلك مانراه تحت احجار القاعدة الصحراوية التى توفر ملاذا طيبا للعديد من الحيوانات ، وتكون احدى البيئات الحيوانية شديد الكثافة فى المناطق القاحلة . ان درجة الرطوبه المختزنه هناك ، ودرجات حرارة التربة المنخفضة والوقاية من الاشعاع الشمسى الحا تجتذب الحيوانات حتى غير المتلائمة ـ فى العادة مع الظروف الصحراوية . ان هذه البيئة شمال غربى خط التحديد تعتبر الموطن التقليدى للعناكب والحريشات (ام اربعة وأربعين) ، والعقارب وعدد آخر من اللافقريات ، وهى كذلك ملجأ وملاذ للزواحف ، لاسيما الثعابين والسحالى ، ولكن هذه المجموعة تقل تدريجيا فى اتجاه الجنوب الشرقى من هذا الخط كما هو الحال مع القواقع . وفى هذه الصحراء المترامية لابد ان يقلب الانسان عشرات الحجارة من اجل العثور على عقرب واحد او ثعبان او خنفساء واحدة . كما ان عددا كبيرا من الانواع الشائعة شمال غربى هذا الخط لا توجد هناك . واحيانا نجد ان بضع مئات من الامتار هى التى تفصل منطقة توزيع احد الانواع على جانب من جوانب الخط عن منطقة توزيع المقابل الايكولوجى على الجانب الآخر . ويصدق هذا على سبيل المثال على السحلية ، فالسحلية الشائعة شديدة الوفرة شمال غربى هذا الخط ، وسحلية سيناء تعيش فى نفس البيئة شمال شرقى هذا الخط .

ويعتبر خط رامون ، للتوزيع الجغرافى الحيوانى فى الاساس دلالة على اتجاه اسرائيل المناخى من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى . وهذا عامل من العوامل التى تحدد طبيعة المجموعات الايكولوجية (البيئية) اما المقاييس الاخرى فهى سطح التضاريس المحلى وظروف التربة فى البيئة .

وهناك - كما سبق القول - بيئات رملية على جانبى خط (رامون) ، ففى النقب الغربية تعتبر امتدادا شماليا للمساحات الرملية الشاسعة لسيناء الشمالية التى تعتبر بمثابة طريق للغزو لعديد من الحيوانات الصحراوية والنباتات الصحراوية التى تخترق متوغلة نحو الشمال فى منطقة البحر المتوسط فى اسرائيل . وليس من قبيل الصدفة البحتة ان هذا الممر الذى يسمى طريق البحر كان يخدم نفس الغرض فى تاريخ الانسان فى المنطقة. ان الحيوانات الرملية (اى التى تفضل الحياة فى البيئات الرملية) وتعيش فى تلك البيئة تشكل مجموعة (ايكولوجية) شديدة التميز ، فهى تتميز فى تلاؤمها المورفولوجى (الشكلى) والسلوكى مع الطبقات الرملية السفلية شديدة التحرك والانتقال . وأبرز صور التلاؤم والتكيف للسير فوق الرمال المخلخلة هو كف حيوان العضل (الجرذ) المغطاة بطبقة من الشعر الطويل والاصابع الطويلة المدببة للسحالى الرملية المغطاة بقشور شوكية وشعور وقطاعات ساقية ، وانواع الخنفساء ، وما شابه ذلك . وهناك حيوانات أخرى من البيئة نفسها تستخدم هذه الاساليب ذاتها لاختراق الرمل والاختفاء تحت السطح خلال ثوان او دقائق . وكم عدد جنود الجيش الثامن البريطانى (الذين يعرفون باسم (فئران الصحراء) وجنود روميل (ثعلب الصحراء) الذين انقذوا حياتهم باستغلال هذه السمة او الخاصية فى الرمال . ومن اشكال الحماية للحيوانات الرملية والحيوانات التى تعيش فى الملاجئ والكهوف الرملية - الحيوانات ذات الجلود ، مثل الثعبان الرملى ، وكذلك الثعبان القصير الرملى شديد السم والخنفساء الرملية.

وهناك مجموعة رملية أخرى شديدة الاختلاف ، وان كانت واضحة المعالم تعيش فى نفس البيئات الرملية فى منخفض (عربة) حيث الظروف الصحراوية أشد قسوة ، كما انها ترتبط جغرافيا وحيوانيا بالمناطق الرملية فى صحراء شرق الاردن الجنوبية . وهناك انواع مثل حيوان العضل (الجرذ) المصرى والثعبان الرملى ذى السم الشديد وحيوان الوزغة (سام أبرص) الارضى الليلى كلها تدل على نفس اشكال التلاؤم مع بيئتها الرملية التى سبق ان وصفناها .

ومن المناطق الجبلية فى النقب نجد ان السطح الصخرى الذى تغطيه الاودية هو مفتاح تقسيم السطح العام الى عدد كبير من البيئات المختلفة مثل صخور (الهامادا) ، والمنحدرات الصخرية ، التى تنحدر من زوايا مختلفة الى مستوى الاودية ومصاطب

الاودية ، والسهول الفيضية المغطاة بالطفل والصخور المنحدرة والاودية الضيقة . ويبدو جزء من هذه الاجزاء المكونة للسطح العام فى شكل بيئة مختلفة ومحددة المعالم . ونحن نأسف لاننا نفتقر حتى الان الى ابحوث مناخية دقيقة عن بيئات هذه المواقع بحيث تتيح لنا فهم الكثير عن اسلوب حياة العديد من المجموعات الحيوانية التى تتميز بها كل بيئة .

ان صور تأقلم الحيوانات مع بيئتها الصحراوية عديدة الاشكال ، وسوف نتناول أولا الحيوانات المستأنسة للبدو فحياة البدوى فى الصحراء تستحيل دون الجمال والاغنام والماعز والحمير فهى حياته ، وهى تبقى عليه ، وتقيم أوده فى الصحراء التى تتلاءم معها بشكل خاص ، وان كانت هى كلها حيوانات مستأنسة .

١ - <u>الجمل</u>:

ان قدرة الجمل الخارقة على مقاومة ظروف الصحراء معروفة للجميع . ومنذ عهد التوراة ارتبط الجمل بصحراء منطقتنا بالشعوب السامية ، بالقبائل الرحل ، ولقد ورد ذكر الجمل فى ٥٢ موضعا فى التوراة ، ففى سفر التكوين وحده الذى يروى قصة أصل الشعب اليهودى ، يذكر الجمل ٢٤ مرة ، كما ان كلمة (جمل) فى كل اللغات الغربية مشتقة من الاسم العربى .

ان الجمل مصدر العديد من القصص والاساطير فى الفنون الشعبية بمآثر الحضارات التى ظهرت وازدهرت فى النقب . ومنذ استئناسه من آلاف معدودة من السنين رافق البدو والرحل فى الصحراء ، وقام بواجبه كحيوان للحمل والعمل . ويستخدم لبنه (حتى عشرة لترات فى اليوم) لصناعة الجبن ، ثم ان له صوفا ممتازا (حوالى ثلاثة كيلوجرام من كل حيوان) يستخدم للنسيج كما ان الجمل يقدم اللحم لسكان المدن المتاخمة للصحراء .

ومن خلال تأثير الحضارة الحديثة يتناقص عدد الجمال بسرعة الى جانب نقصان سادته المعاصرين من البدو . وقد اختفت الجمال فى بعض المناطق تماما . وفى احصاء رسمى اجرى عام ١٩٤٣ ، تم تعداد ٣٠٫٠٠٠ جمل فى النقب ، اما اليوم فقد انخفض الرقم الى بضع مئات قليلة . ويمكن للفرد ان يراها هنا وهناك فى النقب تحرث الحقول للبدو ومكان المحراث الجرار قد حل محلها . وفى النقب الاوسط والجنوبى قد يلتقى المرء بالجمال حتى اليوم وهى تتجول بحرية وسط القطعان . وهى ترعى فى الاودية

دون صاحب لها يرعاها ويرقبها) . ولا يأتي اليها اصحابها الا مرة كل خمسة او سبعة أيام في الصيف ، ومرة كل عشرين او ثلاثين يوما في الشتاء لتقديم المياه لها ، ويمكن رؤيتها في أبعد الاماكن وأكثر عزلة في النقب . حتى في منتصف أشد أيام الصيف قيظا وحرارة تعرض اجسادها دون ادنى رحمة لقسوة المناخ الصحراوى . ان سر حياتها وبقائها في الصحراء يتجلى بكل وضوح في مثل هذه الحالة . ان التفسيرات العلمية لمقدرة الجمل منذ كتابات العالم بليني لم تقدم الا اضافات جديدة لاسطورة هذا الحيوان الفذ .

وأعظم اسهام في العصر الحديث لحل سر وجود الجمل قد اتاحه لنا العالم (شميدت نيلسن) منذ عشر سنوات) بدراسة الخواص الفسيولوجية التى تمكن اضخم حيوان يعيش في الصحراء من ان يتلاءم ويتكيف بشكل تام مع بيئته .

ولدراسة قدرة الجمل الفائقة على تحمل ظروف الصحراء ، قام (شميدت نيلسن) ومساعدوه بالتجول داخل الصحراء الكبرى وهى أشد مناطق توزيع الجمال قسوة وشدة . ومع ظهور نتائج دراستهم فان لغز الجمل قد تم حله بشكل كامل ، واتضحت قدراته الفسيولوجية على التكيف مع الصحراء ، وظهرت مطابقة للمنطق والعقل ، وان كانت لا تزال تثير الحيرة والدهشة . والواقع انه لم تظهر في الجمل سمة او خاصية محددة لا تعتبر جزءا من النمط الفسيولوجى للثدييات . وفى الجمل لم تتغير كميا الا بعض هذه الخواص وتطورت لمواجهة اخطار الصحراء .

ان التعرض الشديد لاشعة الشمس ، والاشعاع غير المباشر من الجو الحار ، والتربة الحارة – تزيد في أيام الصيف من العبء الحرارى على جسم الجمل ، كما ان الطاقة التى تولدها العمليات البنائية تضيف الى ذلك (٤ر٨ سعرا حراريا) لكل ملليمتر من الاكسجين الذى يتنفسه الحيوان وقت العمل او الراحة .

وكشأن كل الحيوانات المعرضة للبيئة الحارة فان الوسيلة الوحيدة امام الجمل لتبريد الحرارة عند زيادة درجتها سواء المعادلة او الزائدة على حرارة الجسد – هى عن طريق تبخير المياه . ولمواجهة كل ٨ر٠ سعر حرارى من الحرارة المختزنة لا بد من تبخير ملليمتر من المياه . فالجمل وهو الحيوان الذى لا يمكن ان يتجنب التأثير الكامل للظروف الصحراوية بسبب حجم جسده لا بد ان يبخر مقادير كبيرة من المياه لتنظيم درجة حرارة الجسم ويجب ان يتم تأديته ذلك بطريقة اقتصادية وفعالة ، اذ ان المياه شىء

نفيس عظيم القيمة في الصحراء . وكيف يتم ذلك ؟ لم يكتشف في جسم الجمل مخزن للمياه ، كما ان سنام الجمل ليس مخزنا للمياه على الاطلاق كما تدعى ذلك القصص المثيرة والخرافية . وعندما يحرم الجمل تماما من مياه الشرب فان شأنه شأن اى حيوان ثديى كبير يفقد وزنه بمعدل يتوقف على مقدار المياه الموجودة فى الغذاء الذى يستهلكه ، وعلى الظروف البيئية التى يتعرض لها ، وبعد فترة معينة يصل الى حد لا يستطيع بعده التحمل . مع ان الجمل يختلف عن معظم الحيوانات فى درجة الجفاف التى يستطيع ان يتحملها ، فقد يفقد ٢٧ % من مياه جسده دون ان يصيبه ضرر ، لكنه فى الوقت نفسه تحتفظ بحجم وكمية مياه الدم فى مستوى ثابت نسبيا ، وعندما تتاح له المياه تعوض كل الخسارة فى دقائق قليلة بفضل طاقته الضخمة للشرب . وهاتان القدرتان العجيبتان هما ميزة واضحة للجمل من اجل حياته فى المنطقة الصحراوية ، حيث تندر الموارد المائية وتوجد فى اماكن متباعدة .

وثمة خاصية فسيولوجية اخرى تقلل – الى حد كبير – من استغلال المياه للتنظيم الحرارى . وتتفاوت درجة حرارة جسم الجمل الضخم تفاوتا كبيرا ، فقد تتجاوز درجة ذبذبتها اليومية (٦ درجات) مئوية ، وتبعا لذلك فان الارتفاع الطفيف فى درجة الحرارة فى جسم الجمل خلال اليوم الحار بسبب ضخامة تكوينه ، ولسبب قدرته على تحمل الارتفاع الكبير فى هذه الحرارة قبل بدء تبديد وخفض المياه لتخفيض درجة حرارة الجسم المرتفعة تقلل الفارق الحرارى بين الجسم والبيئة ، ومن ثم تخفض البخر اللازم لمنع الافراط الحرارى . وهذا التفاعل التخزينى للحرارة خلال اليوم الحار ثم اطلاقها خلال جو الليل البارد يزيح حملا رهيبا من فوق كاهل الجمل ، ولولا ذلك لاعتمد اعتمادا مطلقا على التفاعل التبريدى التبخيرى . ان وبر الجمل الذى يعمل بمثابة حاجز عازل فعال ضد تدفق الحرارة من البيئة يؤدى دورا هاما فى اقتضاء المياه للجمل .

ان الجهاز المتخصص الكلى الذى يوفر المياه بتركيز البول ، والقدرة على افراز البراز الجاف من بين الخواص الاخرى التى تضيف الى قدرة الجمل المتميزة فى الحفاظ على المياه .

٢ – الحمار :

ترتبط الجمال فى الصحراء بصفة عامة فى اذهاننا بصورة خلفية رائعة هى صورة

القوافل الطويلة التى تسير بايقاع منتظم عبر المساحات الشاسعة القاحلة خلف حمار صغير الحجم طويل الاذنين . وهذا الحيوان المتواضع هو الرفيق المخلص للبدوى فى رحلاته وأسفاره، وهو يخد م كتابعه الخاص ، بحيث يقود قوافل الجمال عبر الموات والطرق المليئة بالتراب ، ويقتفى أثر قطعان الاغنام عبر السفوح الصحراوية ، كما انه يوفر لاطفال البدوى فى النقب فى الوقت الحاضر وسيلة مواصلات خاصة توصل الاطفال الى المدارس .

لقد ورد ذكر الحمار لاول مرة فى التوراة كهدية مقدمة الى ابراهيم من فرعون مصر (التكوين ١٢ : ١٦) ويتفق هذا مع النظرة العلمية الحديثة التى تشير الى شمال افريقيا باعتبارها الموطن الجغرافى الاصلى للحمار المستأنس ، ومن شمال افريقيا انتشر الحمار تدريجيا الى جنوب غربى آسيا ، وأصبح حيوانا شائعا فى هذا البلد منذ بداية العصر البرونزى المبكر (حفريات تل دوير وأريحا) وفضلا عن ذلك فان قدامى السكان اليهود فى اسرائيل كانوا اول من ركب الحمير ، بالاضافة الى استخدامها للحمل والعمل .

ان الاحتياجات الغذائية للحمار شديدة التواضع وهى تمكن هذا الحيوان المفيد من ان يقتنع بأشواك الصحراء والقش ، ومن ثم فهو يخترق أقصى البقاع النائية فى النقب حيث لاتزال قطعان الحمير تشاهد بالقرب من مخيمات البدو .

والحمار متلائم فسيولوجيا مع الحياة فى الصحراء ، لانه يتحمل الجفاف حتى نسبة ٣٠ ٪ من وزن جسمه وعلى الرغم من فقدان المياه ، فان حجم الدم يبقى ثابتا تقريبا ، لانه ينظم درجة حرارة الجسم عبر نطاق واسع من الظروف المحيطة ، بتبخير العرق بمعدل يماثل الجمل ثلاث مرات او اربع مرات . وهناك اهمية كبرى فى قدرته الفائقة على استيعاب مياه الشرب ، ففى دقائق قليلة يمكن الحمار ان يستوعب كمية من المياه تعادل أكثر من ٢٥ ٪ من وزن جسمه .

٣ – الماعز :

كان هذا اول الحيوانات المجترة التى استؤنست ، ولقد وجدت آثاره فى طبقات العصر الحجرى الحديث فى اريحا القديمة . وحيث يكون سطح الصحراء شديد الخشونة والانحدار ، وحيث تندر المراعى الى أقصى درجة ، وحيث تشح المياه والغذاء . عندئذ يصبح الماعز عنصرا اقتصاديا هاما وخيطا يعيش البدوى فى الصحراء ، ترافقه الماعز .

ان تلك الماعز السوداء وخيمة البدوى المصنوعة من شعر الماعز تجتذب العيون ببريقها وسط الاراضى القاحلة فى النقب .

ان وجود الماعز سوداء الشعر زرقاء العيون التى تسمى باللغة العربية (الماعز الجبلى) وتناقضها البارز مع الصحراء اللامعة – لازال سرا من الاسرار امامنا . ولا نعرف الا القليل عن تأقلمها الحقيقى مع الصحراء . وليس لدينا سوى دلائل يسيرة عن ان خصائص معينة تمثل اهمية فى هذا المضمار . ذلك الشعر اللامع الذى يغطيها ينطوى على خصائص المقاومة الطبيعية للحرارة ، وشأنها شأن الجمل . تتصف بالمقدرة على تخزين الحرارة وقت النهار ، وفقدها أثناء الليل ، واقتصادها فى المياه ، وعمل الكلى فى جسدها لابد ان يكون على أعلى درجات الكفاءة فى العمل . لكن معرفتنا العملية عن هذه الامور قليلة .

٤ – الأغنام :

ان الاغنام أكثر شيوعا فى النقب من الماعز . ووجودها بكثرة فى اماكن نائية فى الصحارى حيث تقسو الظروف ، ويجف الطعام ، ويندر وجوده وتقل موارد المياه وتتباعد دليل على قدرتها الفسيولوجية على التأقلم مع الظروف الصحراوية .

ان الفصائل المحلية ذات الذيل الدهنى من أغنام (العواصى) شائعة فى صحارى الشرق الادنى ، وربما تكون احدى سلالات اغنام الاستبس التى نشأت فى الصحارى وأشباه الصحارى المتاخمة لاسرائيل . ولقد وجدت صورتها على احد الآثار الاشورية القديمة التى تصف الاسلاب والاغنام التى أخذت فى مدينة يهودية جنوبى اسرائيل فى عصر (تجلات بلسر الثالث أو الرابع) – القرن الثامن قبل الميلاد – ويصف هيرودوت (٤٨٤ – ٤٢٥ ق.م) الاغنام ذات الذيول الدهنية فى الجزيرة العربية وأغنام (العواصى) – التى يفترض ان اسمها هذا قد اشتق من احدى القبائل البدوية وهى قبيلة (عواص) التى تعيش فى منطقة الفرات توجد فى أكثر الاحوال المناخية حرارة وجفافا ، ولها المقدرة على الشرب مرة واحدة فى اليوم ، ثم تغطى منطقة رعوية تبلغ ما بين ١٥ – ٢٠ كيلومترا بعيدا عن مصدر المياه . وعلى العكس من الماشية التى تضطر للوقوف فى أثناء الرعى – فان الاغنام تتحرك وتتنقل أثناء رعيها . ان الذيل الثقيل لهذا النوع من الاغنام يشكل تلاؤما مع الايقاع الموسمى للمناخ الصحراوى . ان شهور الشتاء والربيع المبكر (وهو فصل يسمى الربيع أو الرعى) لدى البدو والرعاة

لاسباب واضحة) هو ذلك الوقت من السنة حين تتاح للحيوانات الصحراوية فرصة تخزين الغذاء لشهور الصيف الشحيحة ، ومن ثم تسوية الاختلال بين فصول السنة . ان خراف (العواصى) وأغنامها تختزن مايصل الى عشرة كيلوجرامات من الدهون فى ذيلهـــا ، اما النعاج فتختزن حوالى خمسة كيلوجرامات ويتركز هذا الاحتياطى على شكل دهـــون فى منطقة واحدة محددة فى الذيل فى حالة الاغنام ، بدلا من توزيعها بالتساوى تحـــت الجلد - يمكن الحيوان من تبريد الحرارة داخل جسمه كله . ان حيوانات المنطقـــة القطبية يمكن ان تمثل نموذجا مضادا . فالدهون المتراكمة خلال الصيف تتوزع بالتســـاوى تحت طبقات الجلد العميقة ، ومن ثم تعزل الجسم عن البرد المحيط به ، وتحتفـــظ بالحرارة.

ومن المعلومات المتاحة عن السلالات الاخرى من الاغنام لاسيما سلالة (المارينو) فى استراليا ان الاغنام تنظم درجة حرارة الجسم من خلال غدد العرق فى الجلد ، وبعملية اللهث ، وهى عملية يعرفها الجميع من أداء الكلاب لها . فخلال عملية اللهث تتســـارع تهوية المسالك الهوائية التنفسية ، وتخرج كميات كبيرة من المياه من اسطحها المرطبـــة فى الهواء الخارجى ، وتتزود هذه الاسطح بالمياه من عديد من الاوعية الدموية الانبوبية.

ان القدرة على تحمل الجفاف والتغيرات الكثيرة نسبيا فى حجم الدم هى من الخـــواص البارزة والهامة فى الاغنام ، وقدرتها الكبيرة على شرب المياه تمكنها من ان تعوض خـــلال ثوان ، كمية من المياه تقدر بنحو ٧ - ٩ لترات من المياه تكون قد فقدتها خلال خمســة أيـــام.

لقد ثبت ان فروة الاغنام من أفضل صور الوقاية ضد تسرب الحرارة ، وعند جـــز فروة أغنام (العواصى) فان مقاومتها لحرارة الصحراء تقل الى حد كبير .

ان قدرة اغنام (العواصى) فى استغلال الموارد الغذائية الطبيعية للمناطـــق القاحلة تفوق فيما يبدو قدرة اى سلالة اخرى من سلالات الاغنام . وارتفاع انتاجها مـــن الالبان فى ظل الاقتصاد الحديث من مائة لتر سنويا للرأس الواحد الى مايصل الى نحـــو ٨٠٠ - ١٠٠٠ لتر - يشير الى اهمية هذه الاغنام فى التنمية الزراعية للمناطق الصحراوية وهى تستحق مزيدا من البحث فى خواصها الفسيولوجية .

٤ - الغـــزال والوعل :

ان حيوانات البدوى المنزلية ليست تلك الحيوانات المجترة الموجودة فـــى الصحراء فحسب ، فقطيع الغزلان الرشيقة فى قاع الوادى الفسيح او مجموعة الوعـــول ذات القرون الطويلة واللحى السوداء فوق الجدار المنحدر لواد عميق من الاودية - لمن المشاهد المثيرة الاخاذة .

لكنا نأسف لاننا لانعرف الا القليل النادر عن فسيولوجية الغزال والوعل ، وان كانت تلك الحيوانات البرية تجتذب دائما الاهتمام منذ العصور الغابرة حين كانت تعتبـــر رمزا للجمال والرشاقة.

لقد أثبتت الدراسات المبدئية التمهيدية ان الغزال لا يمكن ان يعيش حتـــى فى ظل الظروف الصحراوية المعتدلة على الطعام الجاف فقط ، بل لابد ان تتوافر له كميـــة قليلة من المياه سواء توافرت عن طريق الشرب او من خلال النباتات العصارية ، وتتوافـــر مثل هذه النباتات طوال العام فى الاودية الواسعة ، وهى المواطن المثالية للغـــزال . ففى منطقة (عربة) الحارة القاحلة حيث تعيش الغزلان نجدانها تتغذى علـــى اوراق شجرة (الاكاشيا) بل وتحاول احيانا الوصول الى البراعم والجذور الصغيرة بالوقـــوف على سيقانها الخلفية ، ومن ثم فهناك ارتباط بين توزيع الغزال ووفرة شجرة الاكاشيـــا فى منطقة (عربة) فى النقب الجنوبى . ان صور التلاؤم الفسيولوجية للغزال التـــى تساعده على البقاء فى الصحراء بكمية قليلة من المياه لازالت مجهولة.

اما معلوماتنا عن (الوعل) ذلك الحيوان الجميل فوق الصخور والجروف شديـــدة الانحدار وصحراء يهوذا فهى قليلة بل ومعدومة تماما .

٥ - الحيوانات آكلة اللحـــوم :

ان سائر الحيوانات آكلة العشب النشيطة خلال النهار والتى تعرض اجسادهـــا الكبيرة للمناخ الصحراوى المتطرف تضطر لشرب المياه . ولكن المياه الموجودة فى النباتات التى تأكلها خلال موسم الجفاف لاتكفى اطلاقا لتعويض كميات المياه المفقودة نتيجة العـــرق واللهث . ويختلف الموقف تماما بالنسبة للحيوانات الصحراوية آكلة اللحوم ، فالميـــاه الموجودة فى فرائسها تصل على مدار العام الى ٦٠ % ، ٧٠ % من وزنها ومثل هـــذه

الكمية من المياه تكفي لاحتياجات معظم هذه الحيوانات وخاصة فيما يتصل بأنماط نشاطها الليلي .

ان المرء اذا عبر الصحراء نهارا قد لا يدرك أو يعي وجود مثل هذه الحيوانات ولكن اذا حل الليل ، واستخدم الاضواء الكاشفة من احدى السيارات المتحركة فانه يدهش ازاء العدد الهائل من العيون التي تلمع في الظلام ، وهي تعكس تلك الاشعة ، فالضبع وثعلب الصحراء ، والقط البري والوشق (حيوان من فصيلة النمور ، وأصغر من النمر) يمكن التعرف عليها بسهولة . ولا نكاد نعرف شيئا عن فسيولوجية تلك الحيوانات الهامة لكن البحوث التي اجريت على الكلب والقط قد تسهم في الفهم العام لحياة الحيوانات آكلة اللحوم في الصحراء . ويبدو انها تعتبر في موازنة اقتصاد المياه على المورد المائي الوحيد في دمائها لسببين رئيسيين : انها تنشط ليلا مما يقلل الى حد كبير من الوقت الذي يلزم لها لتنظيم درجات حرارتها بواسطة عملية اللهث ، كما تستطيع اعضاء الكلى فيها افراز الفاقد البنائي لغذائها الغني بالبروتينات في البول شديد التركيز أن كثافة آثار اقدام الحيوانات الصحراوية بالقرب من موارد المياه في الصحراء قد يفسرها اقتفاؤها آثار فرائسها أكثر مما يفسرها احتياجها الى مياه الشرب . وان كان المرء يلاحظها أحيانا ترد موارد المياه للشرب .

٦ - القوارض :

القوارض في كل مكان بالصحراء ولقد دلت الشراك التقليدية على أنه ليس هناك مربع واحد في النقب كلها دون ان يكون فيه ولو سلالة واحدة على الاقل من الفئران . ولصغر حجم القوارض تواجه مشكلات خاصة في الصحراء ، فكلما صغر حجم الحيوان زادت كمية المياه النسبية المطلوبة لتبريد الحرارة المختزنة من البيئة الحارة ، ولتجنب الافراط الحراري فان الفأر الذي يبلغ وزنه مائة جرام يحتاج - على سبيل المثال - لقدر من المياه يعادل ١٥ ٪ من وزن جسمه في كل ساعة يتعرض فيها لدرجة الحرارة في يوم صيفي عادي في الصحراء . ويحتاج الجمل لنفس الغرض الى قدر من المياه يعادل ١ ٪ من وزن جسمه ، ويحتاج الانسان الى ١ - ٥ ٪ ، ويحتاج الكلب الى ٥ر٢ ٪ .

ولذلك فالتبريد بالتبخير ليس عمليا بالنسبة لكل الحيوانات الثديية الصغيرة . وفضلا عن ذلك كيف يمكن للحيوانات الصغيرة مثل جرذان الصحراء التي تزن ما بين ٢٠ الى

١٠٠ جرام ان تحصل على كمية كبيرة نسبيا من المياه في منطقة تندر فيها المياه السطحية؟ يعتقد البدو ان الجرذ يصل الى موارد المياه تحت السطح بحفر اعماق داخل الارض ولكن هذه اسطورة . وتثبت المعلومات العلمية ان معظم القوارض التي تعيش في النقب لا تشرب المياه اطلاقا او انها تستطيع ان تعيش - على الاقل - دون شرب المياه . بيد أن كل القوارض الصحراوية تعمل على تنظيم درجة حرارة جسمها في اطار الحدود الثابتة نسبيا ، والتي تميز الحيوانات الثديية بوجه عام . فكيف تستطيع اذن موازنة اقتصاد المياه وتبريد اجسامها ؟

ان نمط السلوك الايقاعي المنتظم الذي يتعمد تجنب التأثير الكامل للصحراء يقدم جزءا من الاجابة على هذا السؤال . فخلال النهار حين يصل اشعاع الشمس في الصحراء المكشوفة الى أقصى درجاته تصل الحرارة الى ذروتها ، وتصل الرطوبة الى أدنى مستوياتها . فان الجرذ يستفيد من ضآلة حجمه ، ويلوذ بالملاجئ تحت الارض حيث يستمتع بظروف أفضل . وفي منتصف نهار الصيف (٢٠ أغسطس ١٩٦٢) فوق منطقة رملية في دائرة (رامون) تم قياس درجة الحرارة فكانت (٣٨° مئوية والرطوبة النسبية (١٧ ° مئوية) في الهواء الطلق . وكانت درجة حرارة سطح التربة آنئذ ٦٣ درجة مئوية . ودرجات الحرارة التي قيست في نفس الوقت وفي نفس الموقع في الكهوف والفجوات والملاجئ كانت (٢٧° مئوية) والرطوبة النسبية تقدر بنحو ٦٠ ٪ اما في الليل - عندما كانت الجرذان ومعظم القوارض الصحراوية تنشط خارج ملاجئها - فان درجات الحرارة التي تواجهها في نفس المنطقة ما بين ١٧° مئوية ، ٢٥° مئوية والرطوبة النسبية كانت غالبا أعلى من ٧٠ ٪ . ومن ثم فان القوارض تتجنب قسوة الصحراء وتستمتع بالظروف المعتدلة نسبيا في مناخ محلي محدود من صنعها ، بحيث تخفض كمية المياه المفقودة في أثناء التبريد بالبخر الى أقصى حد . ولكن مع هذا السلوك ، فان مشكلة الحفاظ على التوازن المائي دون شرب تبقى قائمة .

وازدادت صعوبة المشكلة حين اوضح العالم شميدت نيلسن وجماعته ان جرذان (القفز) من صحراء (اريزونا) يمكن ان تعيش الى ما لانهاية في المعمل عند درجة حرارة ٢٥ درجة مئوية ، ودرجة رطوبة ٣٠ ٪ على طعام من الشعير الجاف فقط دون مياه شرب . وتشير جرذان النقب الى نفس المقدرة ولكن كيف يتأتى لها ذلك ؟ ان طريقة تنظيم جرذ (القفز) وموازنته لاقتصاد المياه قد تفسر حالة القوارض في النقب . ان المياه

الوحيدة المتاحة فى الطبيعة لتلك الحيوانات لا تستمد الا من طعامها ، فالطعام يحتوى بادئ ذى بدء على المياه مباشرة ، اذ ان اجزاء النباتات (البذور والاوراق والسيقان) التى تأكلها القوارض تحتوى على بعض الماء الذى يصل الى ٦٠ ٪ — ٧٠ ٪ من وزنها الطازج والجرذان من آكلة النباتات تجمع الطعام ، وتخزنه فى الممرات تحت الارض فى الملاجئ التى تصنعها لنفسها ، وحفظ الطعام فى تلك المخابئ فى درجة رطوبة عالية نسبيا لا يحفظ للطعام مخزونه من المياه فحسب ، بل يزيده باامتصاص بخار المياه من الجو كلما كان أكثر رطوبة من اجزاء النباتات المختزنة . ونورد مثالا لذلك ملاحظة ظهرت فى منطقة (ماختش رامون) بالنسبة للجرذان ، فعينات بذور نبات Spinny Zilla المخزونة فى احد مخابئ الفئران عند درجة رطوبة نسبية تعادل ٦٠ ٪ كانت تحتوى على نسبة ٣٠ ٪ من المياه فى نفس الوقت الذى كانت نية البذور الخارجية تحوى ما لا يزيد على نسبة من ٤ ٪ الى ٧ ٪ من المياه .

وتحصل القوارض آكلة اللحوم بطريقة مباشرة كذلك على المياه من فريستها ، وعلى سبيل المثال ان الغذاء الرئيسى للجرذ الشوكى الذهبى فى الطبيعة يتألف من القواقع الارضية وتعتبر أكوام أصداف القواقع المسحوقة علامة على مخابئ الجرذان فى الصحراء القاحلة ، ولما كانت تلك القواقع تحتوى على نسبة ٦٠ ٪ الى ٩٠ ٪ من المياه فهى تشكل مصدرا مائيا طيبا للجرذان .

والى جانب العنصر المائى المباشر ، يعتبر الغذاء موردا غير مباشر للمياه لانه من خلال الاكسدة خلال عملية تنفس الحيوان ، تخرج المياه (وتسمى — المياه البنائية) ، لكن مقادير الماء المتاح طفيفة ، ومن أجل تحقيق اقتصاد مائى متوازن فان القوارض تمتلك اجهزة وفاعليات شديدة التركيز لحفظ المياه . وليس لها غدد للعرق ، وهى تفرز برازا شديد الجفاف ، كما ان بولها شديد التركيز ، حتى انه يحتوى على مادة البولينا الموجودة فى بول الانسان بنسبة تزيد ست مرات . كما ان تركيز الاليكترولايت أعلى بدرجة أو درجتين من مياه البحر .

ان القدرة الخاصة لاعضاء الكلى لتركيز البول الى مثل هذه الدرجة تمكن القوارض الصحراوية من الحياة على مياه البحر وحبق النباتات الصحراوية العصارية شديدة الملوحة .

٧ — الطيور :

فى كل مناطق الارض تبرز الطيور بسبب نشاطها المستمر ، ويصدق هذا على الصحراء بالمثل حيث تجتذب اهتماما خاصا ، لان السطح خلال النهار يكاد يخلو من اى حياة حيوانية اخرى منظورة ، وتنشط معظم الطيور فى الصحراء طوال اليوم ، حتى حين نكون الحيوانات الثديية والزواحف من حجمها تستمتع بمناخ محلى طيب فى مخابئها تحت الارض . وكيف يمكن لهذه المخلوقات الرقيقة الجذابة ان تواجه الاخطار الكاملة للصحراء ؟

وبسبب نقص المعلومات لا يمكن الاجابة على هذا السؤال الا جزئيا . ان معظم صور تلاؤم الطيور مع حياة الصحراء صور سلوكية ، وسوف يلاحظ كل مشاهد بسهولة انه خلال الصيف تنشط الطيور اساسا فى ساعات الصباح وساعات المساء . وتوفر المنحدرات والجروف شديدة الانحدار وشجيرات الصحراء من مختلف الاحجام ملاجئ ظليلة تنزع اليها الطيور ، لتتجمع خلال ساعات الظهيرة ، ومن ثم تتجنب الاشعاع الحاد فى ذلك الوقت من النهار . وأحيانا تحلق الطيور على مسافات بعيدة لتصل الى ملاجئ مناسبة وقدرتها على الطيران تخدم بعضها بطريقة اخرى لتجنب حرارة منتصف النهار . ففى وقت الظهيرة تحلق ببطء على ارتفاعات عالية فى السماء بعيدا عن الارض الحارة ، وتستمتع بالجو البارد على ارتفاعات عالية . ومن الحيل السلوكية الاخرى موقف يتمثل فى ابعاد الاجنحة عن الجسم ، وهذه الظاهرة تلاحظ فى الطيور فى ملاجئ منتصف النهار . ويعرض هذا الوضع الريش الرقيق فى الصدر للهواء ، ويزيد من خروج حرارة الجسم الى البيئة . وفى نفس الوقت فان عملية اللهث وتصفيق الجناحين مما يساعد على تبريد الجسم بواسطة التبخير .

وقد تبين بالنسبة للغراب الاسود فى النقب ان عملية التبريد بالتبخير التى يقوم بها فى درجة الحرارة العالية تكفى لتبريد كل الحرارة البنائية المتولدة فى الجسم . وهذا الغراب الاسود فى الوقت نفسه محمى بريشه من الافراط الحرارى الذى يعزل جسده عزلا تاما على نحو ما أوضح العالم ماردر فقد وجد فرقا بمقدار ٣٠° مئوية بين الريش الخارجى لهذا الطير ودرجة حرارة الجلد تحته .

وهناك بعض الخواص التكوينية للطيور بشكل عام تجعلها متلائمة ، ومتأقلمة مع البيئات الصحراوية . ودرجة حرارة اجسامها تكون أعلى بمعدل درجتين الى أربع

درجات مئوية عن الحيوانات الثديية ، مما يقلل الحاجة الى التبريد بالتبخير . كما ان
افراز نواتج عادم (النيتروجين) فى شكل حامض البوليك الصلب غير القابل للذوبان
بدلا من مادة البول المخففة التى تفرزها الثدييات - يضيف كثيرا الى قدرة الطيور على
حفظ المياه .

ان الطيور الجارحة التى تفترس المفصليات ، والقواقع البرية او الفقاريات تمتص
مقادير كبيرة من المياه فى غذائها (من ٦٠ ٪ الى ٩٠ ٪ من وزنها) ، ومن ثم فهى
تحقق بسهولة اقتصادا مائيا متوازنا حتى فى الصحراء . ويصدق هذا على الطيور (الاكلة
للنبات والحيوان) فالطيور آكلة البذور تحتاج من ناحية اخرى الى مصدر مياه اضافى ،
لان مقدار المياه فى البذور طفيف للغاية ، ولقد قدر ان المياه البنائية المستمدة من
البذور لاتكفى لتغطى او تعوض حتى المياه المفقودة بواسطة اللهث ، ولذلك فالطيور
آكلة البذور لابد لها من شرب المياه ، ومثال ذلك الاسراب الكبيرة من طائر الطيهوج
الرملى (طائر من رتبة الدجاج) فهى تشاهد صباح كل يوم من ايام الصيف وهى تطير
على بعد اميال كثيرة من صحراء يهوذا الى نهر الاردن او من السهل الطفلى للنقب
الاوسط الى مستودعات المياه من مستعمرات (ديفيفيم) وبوت فاتنا . وقد اتبعت
طريقة مؤثرة فى سقى صغارها فالذكور تحمو صدورها فى المياه أثناء شربها الى ان يتشبع
ريشها بالماء وهى معدلة ومهيأة لهذا الغرض خاصة ، ثم تطير عائدة الى العش حيث
تمور الطيور الصغيرة الريش المبلل خلال مناقارها وتشرب الماء المقطر .

وهناك طيور من نوع .... (Trumpeter bullfinch)
ونوع Sinae rose pinch من آكلة البذور تأتى بانتظام لشرب المياه من
كل مورد مياه فى الصحراء سواء أكان ينبوعا صغيرا ام فجوة مملوءة بالمياه او بئرا عميقا
وأصواتها الغريبة تجذب دائما عشاق الطيور الى مواقعها .

٨ - الزاحـــف

تنتشر الزواحف فى النقب كلها ، وفى أبعد المواقع الاماكن يمكن مشاهدة سحلية
صحراوية صغيرة فوق منحدر صخرى ، سحلية رشيقة ذات اصابع مدببة متلاصقة تشاهد
وهى تجرى بسرعة من شجرة شوكية الى شجرة أخرى فى الحوض الطفلى لمستنقع جاف .
اما فوق الجرف القاحل شديد الانحدار فسوف نجد دائما (الحبينة) تراقبك وهى

تقفز بحركات مضحكة . ويصف البدو هذه الحركات الغريبة بقولهم انها (تصلى) . وخلال
الليل تقتسم ست فصائل من الثعابين السامة فيما بينها السيطرة على مناطق ومواطن
مختلفة من النقب . وهناك ثعابين أخرى طويلة ورشيقة ونحيفة وغير سامة قد تشاهد
وهى تجرى فى الضوء الخافت للغسق والفجر . وفى الليل تقفز الوزغات الثعابين الصغيرة
شديدة السم) الحوائط العمودية وتقترب من الاتفاعات التى تتجمع عندها الحشرات
يكشف شعاع الضوء فصائل أخرى من الوزغات فوق الكثبان الرملية . وفى احدى الليالى
يمكن ان تقفز احدى الوزغات القصيرة التى لا تتجاوز (٢ - ٣) سنتيمترات فى الطول ،
وهى أصغر الزواحف على الاطلاق بعد ان تظهر من اسفل حجر من الحجارة الى هواء
الليل البارد .

ولما كانت الزواحف كلها من الحيوانات الصغيرة فهى تستطيع تجنب الظروف
غير المواتية فى الملاجىء تحت الارض ، بل ان الحرباء الضخمة ذات الشكل القبيح
التى يبلغ طولها (٦٠) سنتيمترا تحفر مخبأها على العمق داخل التربة الخشنة . وفى
منخفض القصة فى احد أيام سبتمبر الحارة حين تتجاوز حرارة الجو اربعين درجة ، وتنخفض
الرطوبة النسبية الى أقل من ١٠ ٪ - وجد ان Uromastix تعيش داخل مناخ
محلى درجة حرارته ٢٩ درجة مئوية ونسبة الرطوبة ٧٠ ٪ وفضلا عن ذلك فان الزواحف
والحيوانات ذات الحرارة الجسدية المتغيرة التى تعتمد اساسا على العوامل البيئية
لتنظيم درجة حرارتها عندما تعود الى مخابئها تنخفض درجات حرارتها - ولهذا
فان عملية الهضاء تنخفض وتتباطأ ، ويقل استهلاك الطاقة وكذلك استهلاك المياه ، ومن
ثم فان التأقلم الاساسى للزواحف مع الصحراء هو تأقلم سلوكى ، اذ يختار كل منها
الوقت فى النهار والفصل فى السنة تبعا لما يفضله لكى ينشط ويعمل فيه .

ان الحرباوات التى تعشق الحرارة سوف تترك مخابئها نهارا اما الثعابين
والوزغات فهى تنشط ليلا ويظل كثير منها خاملا خلال شهور الشتاء القليلة ، ويستأنف
بعضها نشاطه مع كل يوم مشمس .

وقد تشاهد (الجينات) تقفز فى ضوء الشمس واجسامها عمودية على أشعة الشمس
بحيث يلمع جلدها بلون داكن بتوسيع الالوان القاتمة ، ومن ثم فهى تمتص الحرارة
بسرعة ، وتدفأ حتى مستوى نشاطها . اما الحرباوات والسحالى فان هذا المستوى

يكون عند درجة حرارة مابين ٣٤ درجة مئوية ، ٣٩ درجة مئوية ، ويعتمد نسبيا على درجات حرارة البيئة ، وعندما ترتفع درجة حرارة البيئة فهى قد تستفيد من المناخ المحلى للاماكن الظليلة ، وتبقى فى الشمس لفترات قصيرة فقط . اما (الحبينات) فتتلقى الوانها القاتمة ، وتصبح أكثر بريقا . وتنزع كثير من السحالى الى الوقوف على سيقانها بعيدا عن التربة الحارة ، واحيانا تقفز فوق الشجيرات ، وتؤدى عملية اللهث والتصفيق الى التبريد بالتبخير بما يمكن الزواحف من تحمل درجات حرارة عالية لمدد اطول .

ومعظم زواحف الصحراء آكلة لحوم ، ومن ثم فان غذاءها يحتوى على نسبة عالية من المياه . اما السحالى النباتية اى آكلة النبات فتعيش آساسا فوق النباتات العصارية ، وتحقق درجة عالية من اقتصاد المياه بنفس الفاعليات التى سبق ان ذكرناها عن الحيوانات الصحراوية الاخرى . وبولها كتلة نصف صلبة من حامض البوليك ويحتوى على قليل من الماء .

٩ – المفصليات :

ان كل زائر يقضى ليله فى النقب سوف يرى العديد من الحشرات مثل : سوس الخشب ، وام اربعة واربعين ، والعناكب ، والعقارب ، وكل هذه المفصليات صغيرة ، وهى تشغل سطحات كبيرة بالنسبة لكتلتها ، ومن ثم فمن العسير عليها أكثر من الفقاريات الكبيرة ان تتجنب الافراط الحرارى المميت والجفاف المهلك . ولكن من السهل عليها ازاء ضآلة اجسامها ان تستخدم الفتحات الصغيرة والفجوات والفراغات المحدودة تحت الاحجار والصخور كمخابئ حيث تجد جوا مشبعا بالرطوبة ، ودرجة حرارة معتدلة . كذلك نجد ان كثيرا من المفصليات من الحشرات الليلية مثل العقارب والحريشات (ام اربعة واربعين) وكثيرا من العناكب او سوس الخشب الصحراوى تترك مخابئها الضيقة فترة قصيرة بعد غروب الشمس بقليل وتنشط خلال الليل . اما فى الصباح قبل ان ترتفع درجة حرارة الجو ، ويتبخر ندى الصباح تماما ، فهى تتراجع بسرعة الى مخابئها العميقة . وفى الايام الملبدة بالسحب يمتد نشاطها الصباحى الى ساعات متأخرة . لقد أثبت العالم (ادنى) الذى درس تلك الحيوانات فى صحراء الجزائر ، اعتمادها على طبقة سفلية من الرطوبة ، وعلى الجو المشبع بالرطوبة التى تجدها باستمرار فى اعماق مخابئها .

وهناك مفصليات اخرى ، وخاصة الحشرات التى قد تشاهد نشيطة حتى فى وسط

نهار الصيف . ان وجود طبقة خارجية جلدية شمعية تجعل جلود تلك الحيوانات غير نفاذة نسبيا لبخار الماء ، وتجعلها أقل اعتمادا على مخابئها . ثم ان وجود قصبة هوائية او نوع من الرئة فى الجهاز التنفسى بفتحات ضيقة تغلق عادة – يساعد على تقليل فاقد المياه بواسطة العرق او الرشح . وفى كثير من الخنافس السوداء التى تظهر بوضوح عندما تشاهد نشيطة تحت شمس الظهيرة فى يوم من أيام الصيف – نجد ان تلك الحيل والاساليب متطورة الى أبعد الحدود . ولحشرات القراد نفس الخواص ، وقد تشاهد وهى تتحرك لمسافات بعيدة فوق التربة الحارقة نحو جمل يرقد فى ظل احدى أشجار الاكاشيا وتشرب كثير من الحشرات المياه عندما تتاح ، وقد يكون الندى او الرطوبة المكثفة فوق الاشياء الباردة مصدرا لمياه الشرب ، ويمكن للعناكب امتصاص المياه من الجو . وتتضح هذه القدرة حتى فى الهواء غير المشبع تماما ببخار المياه . ومن ناحية أخرى يتحمل كثير من المفصليات فقدانا كبيرا من المياه بأكثر مما تحتمله معظم الحيوانات والحشرات فتعيش ولو فقدت ٦٠ ٪ من مياه اجسامها .

ان كل فصائل وعناصر المفصليات وانواع الهيئات التى تعيش فيها ، وتنوع الاشكال وانماط التلاؤم وصور التأقلم – تشير كلها الى ان تلك المجموعة تحرز نجاحا هائلا فى الصحراء .

١٠ – بطيئات الاقدام :

لقد ذكرنا من قبل ان القواقع البرية موجودة فى كل الصحارى . ان المعرفة الايكولوجية المحدودة التى لدينا عن هذه الحيوانات التى تعيش فى النقب تدل على كيفية تلاؤمها مع الظروف الصحراوية . ومن أكثر الفصائل شيوعا وانتشارا Sphinct erochyla التى تفقد خلال يوم الصيف الحار (٧ر٠ – ١ر ١ ملليجرام) من المياه ومتوسط وزن جسمها بدون الصدفة (المحارة) ٣ر٢ جرام ، ٨٥٪ او حوالى ٩٦ر١ جم منها من المياه . ولما كانت القواقع تستطيع تقليل محتواها المائى حتى ٦٠ ٪ الى ٦٥٪ من وزن جسمها دون خطر مميت ففى مقدورها ان تفقد حوالى ٥٠٠ ملليجرام من المياه ، ويكفى هذا القدر لتغطية فاقد المياه للقوقعة خلال ٥٠٠ يوم على الاقل من أيام الصيف ولكن هذا مجرد حساب نظرى لان المحتوى المائى فى الطبيعة لا يتغير على مدار السنة وبما كان القدر القليل المفقود من المياه يوميا بسبب البخر يعوض بواسطة المياه النباتية .

الفصل التاسع عشر

كلمة ختامية

ان سائر النباتات والحيوانات والآدميين الذين يعيشون فوق كوكب الارض والتربة التي يعيشون فوقها ويستمدون منها المياه والغذاء ، والجو الذي يتبادلون معه الغازات – تكون وحدة واحدة متوازنة متعادلة ، هي التي نسميها البيوسفير او (جو الحياة) ويتألف (البيوسفير) اوجو الحياة من عدة وحدات فرعية ، والانظمة البيئية التي تتفاوت في الحجم من النظام الهائل الكبير في مثل الغابات الضخمة الى الانظمة المتناهية الصغر مثل مجموعة الاشنات او الطحالب الصغيرة التي تعيش فوق صخرة من الصخور ومكونات (البيوسفير) اوجو الحياة التي تعيش والتي لا تعيش تتفاعل فيما بينها . فالجو والتربة يؤثران في كل الكائنات الحية ، وهما بدورهما يتأثران بالكائنات الحية ، فأشكال السطح والتضاريس وخواص الصخور تحدد صفات البيئات والمواطن ، وهي في الوقت نفسه تتعرض للتأثير المضاد للكائنات الحية التي تسكنها والكائنات – بطبيعة الحال – تتفاعل فيما بينها تؤثر وتتأثر . بل ان العناصر من خارج الارض تؤدي دوراً ما ، فالاشعاع الشمسي يعتبر مصدر الطاقة الاولى لجو الحياة كلها ، كما ان للاشعة الكونية تأثيرها أيضا .

ان الانسان وهو جزء من (البيوسفير) يختلف عن الكائنات الحية الاخرى ، فمنذ ان ابتكر الزراعة عمل دائما وبسرعة متزايدة عامدا اوغير عامد على اختلال توازن الانظمة البيئية الطبيعية ، اذ غيرها بل دمر عددا منها لا يحصى على نحو لا يرجى معه صلاح . كما انه خلق لنفسه انظمة بيئية متميزة ينفرد بها دون سواه مثل المزارع ، والمستوطنات الريفية والمدن . ومن خلال الوان نشاط الانسان العديدة غير بيئته الى الحد الذي يهدد وجوده نفسه بالاخطار . وهذا واضح لدرجة اننا لا نحتاج الى امثلة . ونذكر فقط تلوث الجو والمياه باستخدام الاسمدة بشكل مفرط ، والافراط في رش المواد الكيماوية الخطرة ، والغبار ذي النشاط الاشعاعي والافراط في استغلال الموارد الطبيعية والافراط في سكنى مواقع المعيشة .

ويثار سؤال عما اذا كان الانسان قادرا وراغبا في ايقاف هذه العملية وتنظيم انشطته على نحو يصبح معه مشاركا منسجما مع هذا النظام ، كما كان قبل ان يبتكر حضارته الخاصة ، ولا يعني ذلك انه سوف يهجر او يتخلى عن كل انجازاته الفريدة ، لا يعني هذا الا انه يجب ان يستخدم ذكاءه وخبرته وعبقريته وهي نفس الصفات التي جعلته بوصفه الحالي في العالم المعاصر يتفهم بيئته . وسوف يستطيع عندئذ التنبوء بأثر نشاطه على (البيوسفير) وان يخطط حياته على هذا الاساس .

ان موضوع كتابنا الصحراء وتحدياتها مثال رائع لذلك نتعلم منه الكثير ، ويتعلق هذا الدرس بأثر الانسان وتأثيره على البيئة ، والدور الذي يؤديه في الانظمة البيئية التي يعتبر هو نفسه جزءا منها . والوسائل التي يستخدمها للحياة وللتلاؤم مع البيئة . ولقد حقق هذا البقاء جزئيا بواسطة المحاكاة ، عن قصد اوعن غير قصد لصور تلاؤم الكائنات الاخرى التي تعيش داخل النظام البيئي نفسه ، وباستخدام عبقريته الخاصة في البحث عن سبل جديدة ليواجه هذا التحدي .

ان الصحراء في دراستنا للنقب تمثل لاسباب ثلاثة تصويرا مثاليا صادقا لهذا الموضوع :

أولا :

ان وجود أقسى ظروف بيئية ، داخل النظام البيئي يؤدي الى زيادة دقة وحساسية التوازن ، والى سهولة الاخلال بهذا التوازن ، ومن ثم اذا كان الانسان يريد البقاء في الصحراء فعليه ان يتوخى الحذر المطلق في التعامل مع الانظمة البيئية الطبيعية فيها . واذا دمر هذه البيئات أوادى الى تدهورها وفسادها فانه يكون قد قوض اساس حياته الخاصة ، فاما ان يموت واما ان يرحل . ولم يستطع الانسان ولن يستطيع ان يعيش ضد الصحراء او برغم الصحراء . انه لا يستطيع الا ان (يتعايش) معها .

ثانيا :

وبسبب الظروف الصحراوية القاسية لا بد للانسان ان يطور ويبتكر صفات خاصة روحية وثقافية ، واجتماعية تمكنه من التغلب على الخطر المستمر الذي يتعرض له وجوده .

ثالثا :

ان النبات والحيوانات في البيئة الصحراوية لا يمكن ان تعيش الا اذا استطاعت

من خلال العملية التطورية والتحكم الذى تفرضه عملية الانتقاء الطبيعى القاسية. وليس صور التلاؤم تلك ذات اهمية نظرية فحسب، بل انها درس حى يعلمنا كيف استجاب النباتات والحيوانات لتحدى الصحراء. ففى الماضى تعلم الانسان من ذلك، وهو اليوم يستطيع ان يتعلم كذلك.

لقد جمعنا أثناء عملنا فى النقب معلومات وخبرات تتصل بالمشكلات التى حددناها من قبل وهذه المعارف لم تساعدنا على فهم الماضى فحسب بل على فهم قيمة المستقبل لهذه الارض القاحلة. وسوف نحاول الان تلخيص جوهر ما تعلمناه بايجاز، وان نوضح الاسئلة الهامة التى يلزم ان نجيب عليها. ولما كان التاريخ مقدمة للمستقبل فاننا نطلع أولا الى الماضى قبل ان نتطلع الى المستقبل.

هناك نظامان للزراعة القديمة فى النقب: الاودية الضيقة ذات المصاطب، والوحدات الزراعية فى المجمعات المائية المطرية الصغيرة. هذان النظامان يدلان على استخدام عاقل وحصيف للموارد المائية المتاحة. لقد عمل المزارع القديم على ملاءمة انظمته الزراعية الصناعية مع الطبيعة واستخدام شكل الارض والتضاريس الى أقصى فائدة ممكنة دون تدمير البيئة. ولم يؤد هذا الى احداث التعرية، أو الى زيادة املاح التربات الزراعية. وباستخدام مياه التصريف المطرى سيطر على السيول المندفعة، وحال دون الدمار الذى تحدثه السيول التى لا تخضع لاى سيطرة فى المعتاد. والمؤكد ان المزارع القديم لم يسرف فى استخدام مياه الرى، لان موارده من المياه كانت محدودة، وفى هذه الحالة كانت الندرة او القلة هى مصدر الحكمة والتدبير. ان اساليب الحضارات القديمة فى توفير مياه الشرب مثل آخر على الاستخدام الحصيف والرشيد لموارد الطبيعة، ويصدق هذا القول على سلاسل الآبار التى تستحق منا اعجابا خاصا، بسبب المهارة الفنية العظمى، والبراعة والذكاء التى ينطوى عليها بناؤها. وفى كل تلك الحالات تعلم الانسان من بيئته الطبيعية وطبق ما تعلمه على الزراعة التى تعتمد على التصريف المطرى. ان معظم المجموعات او المجمعات النباتية فى البيئات الصحراوية الطبيعية تعيش على مياه التصريف المطرى. وسوف يلاحظ المراقب الحصيف هذا الأمر، وربما طبق معارفه ومعلوماته لاستزراع نباتات مزروعة لفائدته الخاصة.

ان المزارعين القدامى فى الصحراء قد ارتكبوا كذلك اخطاء، ودفعوا ثمنها ولكن حتى تلك الاخطاء تعتبر دروسا موضوعية فيما يجب تجنبه وتلافيه. ان نظمهم

الزراعية التى تستخدم مجمعات مائية مطرية كبرى كانت خطأ فى الحساب والتقدير أدت الى تعرية التربة، والتقليل من الترسيب والطفل، والتدمير، لان هذا الاسلوب فى الزراعة كان مفرطا فى الطموح. لقد كان المزارعون المسئولون عن هذا النظام يريدون تحقيق الكثير، ومن ثم أدوا الى الاخلال بتوازن الصحراء. وتلك حالة نموذجية للافراط فى الاستغلال.

وعندما انتشر البدو فى الصحراء اساءوا استخدام الصحراء بطريقة اخرى، اذ افرطوا فى استغلال مواردها الطبيعية الهامة وهو الغطاء النباتى الطبيعى عن طريق الافراط المستمر فى الرعى، ولم يبذلوا ادنى مجهود فى استعادة بعض المراعى الطبيعية التى تتألف من مجتمعات نباتية من مختلف النباتات الصحراوية، ومن ثم تدهورت الحياة النباتية والحيوانية الى درجة خطيرة.

ومما يثير الغرابة الشديدة ان توازنا جديدا قد ظهر واستقر بين البدو والصحراء على أساس من الانتاجية المنخفضة، ففى ظل هذه الظروف لم يكن البدو بقادرين على الحياة الا بالانتقال المستمر من مرعى الى مرعى، وبالقدرة على تحمل أدنى مستويات المعيشة متناسين او تاركين معظم اطايب الحضارات الحديثة خارج نطاق الصحراء. ان صور تلاؤم البدوى مع بيئته قد تطورت فى ظهور بعض الخصال الانسانية والاجتماعية التى تثير الاعجاب ومن ثم نجد ذلك الاهتمام الكبير بالميول الرومانسية عند البدوى، فقد ينزل ضيفا على احد الشيوخ الاثرياء، ولكنه لا يقيم فترة طويلة مع افراد القبيلة الفقراء.

لقد حاولنا فى تلك الفصول ان نصف صور التأقلم والتكيف العديدة للنباتات والحيوانات مع الحياة فى الصحراء. ان الانسان ليتأثر بادئ ذى بدء بالتنوع والتعدد الهائل فى اساليب تحقيق التلاؤم والتأقلم، ولكن عندما يغفل عن الاختلافات الفسيولوجية والمورفولوجية الاساسية بين الممالك النباتية والحيوانية التى تنشق عن الاختلاف الطبيعى الدفين فى تكوينها فانه يجد اوجه شبه هائلة فى تلك المبادئ. ان اهم اوجه الشبه هى تجنب الافراط الحرارى والقدرة على تحمل هذا الافراط، وتحديد الناتج المائى والقدرة على تحمل الجفاف فى حدود معينة، (وهى فى حالة الطحالب والاشنات واسعة المدى لان هذه الكائنات قد تجفف دون ان تتلف). وتحديد المراحل النشطة فسيولوجيا والمراحل التطورية الحرجة مثل (الانبات) فى أنسب الاوقات او المواسم او المواقع.

واذا قارنا فعاليات البقاء فى النباتات الصحراوية والحيوانات مع فعاليات الانسان فسوف ندرك ان الانسان باعتباره كيانا فسيولوجيا خالصا أدنى بكثير من معظم الحيوانات فى قدرة جسده على تنظيم نشاطه بما يتلاءم مع بيئته . ولكنه يعوض هذا النقص بقدرته الفذة على ان يلاحظ ، وأن يستخلص نتائج منطقية ، وان يتصرف على هذا الاساس . ومن ثم فهو يستطيع ان يلائم نفسه مع البيئة : انه يكسو نفسه تبعا للظروف ويحمى جسده من الحرارة والبرودة بالحياة فى الخيام والكهوف والبيوت ، ويجمع المطر ومياه التصريف المطرى ، ويزرع النباتات الغذائية ، ويخزنها من أجل مؤنته لموسم الجفاف . ومعظم الانشطة البشرية ان لم تكن كلها يمكن ان نجد لها مثيلا فى النباتات والحيوانات .

اما الاختلاف فهو ان الانسان يعمل ذلك كله عن وعى ، ويحقق صور تلاؤمه مع البيئة باختراع الاساليب التكنولوجية واستخدامها ، وكما أشرنا وأوضحنا من قبل فى حالة النقب – فان هذه القدرة الابداعية الخلاقة تتيح للانسان ، ان يسيطر على بيئته أفضل من النبات والحيوان ، ولكنها تتيح أيضا للانسان القدرة على تدمير الاساس الطبيعى لوجوده ، اذا لم يطبق قدرته الفذة بعناية وبعد نظر ، مع الاعتراف الواضح بحدوده التى يجب ان يخضع لها شأنه فى ذلك شأن اى نبات او حيوان .

لقد استطاع فريقنا خلال سنوات ان يحل العديد من المشكلات التى لم نكن نفهمها او لم نكن نتبينها عندما بدأنا العمل . ولكن على الرغم من ان الفريق قد استعان بالعديد من المفاهيم العلمية ، فاننا لم نصل بعد الى المقدرة التامة على الاجابة على جميع الاسئلة التى تتعلق بالنظام البيئى الكامل فى النقب ، فضلا عن الصحارى الشاسعة فى العالم . بل انه فى منطقتنا الصغيرة نسبيا بقى العديد من المشكلات دون حل . وعلى سبيل المثال : اننا نعرف انه خلال العصور التاريخية الغابرة (١٠٠٠ سنة ق.م على الاقل) لم يحدث تغير مناخى يذكر فى المنطقة ، لكنا نعرف كذلك ان المنطقة قد تعرضت لتقلبات طفيفة فى الامطار ودرجة الحرارة فكيف كانت ؟ وهل كانت تلك التقلبات ذات طبيعة دورية ؟ وكيف كانت تؤثر فى الانظمة البيئية وتوافر المياه فى النقب ؟ وكيف كانت تؤثر فى ظهور واضمحلال الحضارات التى تعيش داخل الصحراء وعلى حدودها ؟

ان فهم التغيرات المناخية فى الحدود الصحراوية المتغيرة الحساسة لا يساعد على فهم الصحارى فحسب بل يهيىء السبيل لفهم العوامل العالمية التى تؤثر فيها من حيث

انكماشها واتساعها ، ومن ثم ارتدلنا على حقيقة الاسباب الاولية

ويصدق هذا القول نفسه على مجالات عديدة من هذه الدراسة ، اننا لم نفعل أكثر من خدش السطح فيما يتصل بأساليب تلاؤم النباتات والحيوانات مع الظروف الصحراوية اننا نعرف بعض الحقائق ، ولكن مهما تكن اهمية تلك الحقائق فان الاسئلة الاكثر اهمية تبقى بالرغم من ذلك تنتظر الاجابة ، كيف يتم التطور فى الصحراء فى نمو النباتات والحيوانات بفاعليات البقاء المعقدة الدقيقة على نحو ما قد وصفنا ؟ وما هى الفعاليات الفسيولوجية التى تحقق صور التلاؤم والتكيف ؟

وما هى الصلات بين السبب والنتيجة ؟ وعلى سبيل المثال عندما تستطيع بعض النباتات تنظيم حجمها تبعا لظروف المياه فى التربة ، وكيف تنقل معلومات نقص المياه فى التربة الى الاجزاء التى تنمو فوق السطح ؟ وما هى الاشارة ؟ وكيف توضع موضع التطبيق ؟ ويمكن ان نطرح المزيد والعديد من الاسئلة التى لن يجيب عليها سوى المزيد من البحوث والدراسات فى المستقبل .

وبجانب المشكلات العلمية ظلت اما عدة اسئلة عملية لابد من الاجابة عليها اذا أردنا التقدم والمضى فى طريق تحويل هذه الصحارى وجزء منها الى أراضى منتجة ، لقد أثبتنا ان المزارعين القدامى فى الصحراء قد نجحوا ، وأن اساليبهم لازالت صالحة للتطبيق حتى اليوم ، ونظرا لان احتمالات ازالة ملوحة مياه البحر بتكاليف معقولة مازالت طفيفة ، فكيف يمكن ان نحقق اقصى استغلال من انتاج مياه التصريف المطرى ؟ وهل هناك موارد اخرى للمياه الجوفية لم تستغل حتى الان ؟

وهل هناك اساليب أفضل من الاساليب التى استخدمناها لتحسين انتاجية الانظمة البيئية الصحراوية للاستخدام كمراع ؟ وهل نستطيع تحقيق أقصى انتاج للبساتين والمحاصيل الحقلية وغيرها فى المناطق الصحراوية ؟ ولا يعنى هذا التعسف فى استنبات أقصى محاصيل ممكنة بل انتاج محاصيل ذات جودة عالية بأقل قدر ممكن من المياه . وما هى أفضل النباتات المزروعة من حيث تلاؤمها مع الظروف الصحراوية والتى تستحق الزراعة من وجهة النظر الاقتصادية ؟

لقد حصلنا على بعض المعلومات المتصلة بهذا السؤال ، ولكن لازال الأمر

بحاجة الى المزيد وكيف يمكن للشعوب الصحراوية من البدو والرحل ان تتحول الى مواطنين عصريين دون تدمير تراثهم الاجتماعي والحضاري ؟

واخيرا كيف يمكن تحقيق ذلك كله بطريقة تتجنب الاخطار الكامنة في اي استخدام للبيئات الطبيعية والصناعية ، وهو خطر تعرضنا له بالحديث في الجزء الاول من هذا الفصل ؟

ان قدرة اسرائيل على مواجهة تحدى صحاريها قد يكون مقياسا لنجاحها وبقائها في النهاية . لكنها في النجاح سوف تسهم عمليا في تطوير اوسع واكبر الصحارى المترامية الواقعة حول مناطقها القاحلة ، وربما حقق هذا السلام حيث تشتد الحاجة اليه ، والانسان بدلا من ان يقتتل سوف ينضم الى القوى الساعية الى العمل من اجل استخراج خيرات الصحراء . " ان الصحارى والبقاع النائية سوف تسعد بهم ، والصحارى سوف تبتهج وتورق براعم كالزهور ، سوف تورق براعم وزهورا كثيرة ، بل سوف تموج وتغني وتطرب (سفر اشعيا - ٣٥ - ١ - ٢) من التوراة " .
